

Aus dem Röntgen- und Strahleninstitut des Städtischen
Rudolf-Virchow-Krankenhauses Berlin — Abteilung Diagnostik —
Dirigierender Arzt: Prof. Dr. med. H. Witt

Ein Beitrag zur programmierten Befunddokumentation
für Frakturen und Luxationen
im Bereich des Ellenbogengelenkes
als Ergebnis der Durchsicht
von 1299 Röntgenaufnahmen des Ellenbogengelenkes
in zwei Ebenen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Gloria Yenerim-Gonder, geb. Gonder
aus Buckow/Mark

1976



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546604_0046

Aus dem Röntgen- und Strahleninstitut des Städtischen
Rudolf-Virchow-Krankenhauses Berlin — Abteilung Diagnostik —
Dirigierender Arzt: Prof. Dr. med. H. Witt

Ein Beitrag zur programmierten Befunddokumentation
für Frakturen und Luxationen
im Bereich des Ellenbogengelenkes
als Ergebnis der Durchsicht
von 1299 Röntgenaufnahmen des Ellenbogengelenkes
in zwei Ebenen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Gloria Yenerim-Gonder, geb. Gonder
aus Buckow/Mark

Referent: Prof. Dr. H. Witt

Korreferent: Prof. Dr. G. Friedebold



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 4. Juni 1976

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
1. Einleitung	1
1.1. Information, Kommunikation und EDV in der Medizin und speziell in der Röntgen-Diagnostik	1
1.2. Automatische Befundverarbeitungssysteme in der Radiologie	6
1.3. Zielsetzung und Material vorliegender Arbeit	10
2. Hauptteil	12
2.1. Entwicklung der Knochenkerne im Ellenbogenbereich	12
2.2. Anatomische Varietäten und Fehlerquellen	14
2.3. Cubitus varus und Cubitus valgus	17
2.4. Frakturen - Entstehungsmechanismus und Häufigkeit	19
2.4.1. Frakturen im distalen Humerus	19
2.4.1.1. Frakturen im mittleren/distalen Humerus	19
2.4.1.2. Suprakondyläre Frakturen	21
2.4.1.3. Dia- und transkondyläre Frakturen	23
2.4.1.4. Frakturen der Oberarmkondylen	24
2.4.1.4.1. des lateralen (radialen) Kondylus	24
2.4.1.4.2. des medialen (ulnaren) Kondylus	25
2.4.1.5. T-, Y-, V-Mehrstückbrüche des distalen Humerus	25
2.4.1.6. Frakturen der beiden Epikondylen	26
2.4.1.6.1. des medialen (ulnaren) Epikondylus	26
2.4.1.6.2. des lateralen (radialen) Epikondylus	27
2.4.1.7. Frakturen des Capitulum humeri	28

	<u>Seite</u>
2.4.1.8. Frakturen der Trochlea humeri	29
2.4.2. Frakturen im proximalen Vorderarm	29
2.4.2.1. Frakturen des Olecranon	29
2.4.2.2. Frakturen des Processus coronoideus ulnae	31
2.4.2.3. Frakturen im proximalen Drittel des Radius	32
2.4.2.3.1. Frakturen des Radiusköpfchens (Meißel- fraktur)	32
2.4.2.3.2. Frakturen des Radiushalses beim Kind Typ 1 - 4 nach JUDET	34
2.4.2.4. Schaftbrüche des proximalen Vorderarmes	35
2.5. Luxationen und Luxationsfrakturen	38
2.5.1. Luxationen beider Vorderarmknochen	38
2.5.1.1. Luxatio antebrachii posterior	38
2.5.1.2. Luxatio antebrachii anterior	39
2.5.1.3. Luxationen nach der Seite	39
2.5.1.4. Luxatio divergens	40
2.5.2. Isolierte Luxation eines Vorderarmknochens	41
2.5.2.1. Luxationen der Ulna	41
2.5.2.2. Luxationen des Radius	41
2.5.3. Luxationen beider Vorderarmknochen und ihre häufigsten begleitenden Frakturen (einschließlich MONTEGGIA-Verletzung)	42
3. Erläuterung und Entwurf des Markierungs- bogens	45
4. Diskussion	53
5. Zusammenfassung	59
6. Literaturverzeichnis	60

1. Einleitung

1.1. Information, Kommunikation und EDV in der Medizin und speziell in der Röntgendiagnostik

Die zunehmenden diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten der modernen Medizin haben zu einem derart enormen Anwachsen der vom einzelnen Patienten bezogenen Informationen geführt, daß man von einer Informationslawine sprechen kann (GRAUL, WAGNER).

Der Umfang dessen, was in der Medizin dokumentiert werden kann, ist nahezu unübersehbar. GALL berichtet, daß sich der verfügbare Wissensstoff der Medizin in den vergangenen 15 Jahren vervierfacht hat. Gegenwärtig erscheinen im Jahr etwa 14.000 periodische medizinische Zeitschriften mit etwa 1 Million Einzelarbeiten. Mindestens 60 bis 80 Stunden brauchte heute ein Mediziner täglich, wenn er wenigstens die Arbeiten seines Fachgebietes lesen wollte. So ist es für den klinischen Mediziner ein hoffnungsloses Unterfangen geworden, das neue Schrifttum seines Gebietes laufend und lückenlos zu verfolgen (GRAUL).

Ähnliches trifft für den Arbeitsanfall in den klinischen Laboratorien zu, der sich seit 1950 in jeweils rund 5 Jahren verdoppelt hat, d. h. die durchgeführten Laboruntersuchungen sind in dem Zeitraum zwischen 1950 und 1970 auf das rund 15-fache angewachsen (WAGNER). Ein progressiv anwachsendes Unvermögen, mit dem wissenschaftlichen Fortschritt Schritt zu halten und die Flut der anfallenden Informationen aufzunehmen, zu verarbeiten, rationell zu speichern und wieder zugänglich zu machen, läßt sich heute nur noch mittels elektronischer Datenverarbeitungsanlagen bewältigen (GALL). Gerade der Arzt bedarf um seiner Verantwortung willen

der Hilfe durch Automation der Untersuchung und der Befundauswertung. Er braucht sie vor allen Dingen, um einen Überblick über die Fülle der anfallenden medizinisch interessierenden Daten zu gewinnen (PROPPE). In viele Gebiete der Diagnostik und Therapie, der Krankheitsprävention, des öffentlichen Gesundheitswesens, der medizinischen Forschung und Lehre ist der Computer bereits eingedrungen und inzwischen nicht mehr wegzudenken. GRIESSER hat die Anwendungsmöglichkeiten der EDV im klinischen Bereich so umrissen:

1. Informationsfixierung: der am Krankenbett anfallenden klinischen Daten aus Anamnese, Befund und Krankheitsverlauf, die sich primär nicht in Maß und Zahl ausdrücken lassen, also Automatisierung der Befunddokumentation.
2. Informationsgewinnung: bei biochemischen und biophysikalischen Meß- und Zählvorgängen, also im klinisch-chemischen Laboratorium, den technischen Untersuchungsstellen mit EKG, Phonokardiographie, EEG, etc.
3. Informationsübermittlung: von Informationsbereich zu Informationsbereich, Pflegeeinheit (en)-Labor usw. einschließlich Verwaltung, Weitergabe ärztlicher Verordnungen etc.
4. Informationsverarbeitung: einmal zur formalen Krankenblatführung (als Informationswiedergabe), zur Sammlung der medizinischen und administrativen Daten (Speicherung), zur Verwaltungskostenführung, zur Diagnostik-Unterstützung und zur wissenschaftlichen und statistischen Auswertung.

WAGNER führte die Anwendungsgebiete in der Medizin in einer anderen Bewertung auf:

1. Dokumentation klinischer Daten
2. Computer als Hilfsmittel der Diagnostik

- a) sogenannte maschinelle Diagnose
 - b) automatische Klassifizierung
 - c) Analyse biophysikalischer Signale
 - d) Analyse von Bildern
 - e) Automatisierung des Labors
3. Computer als Hilfsmittel der Therapie
 - a) Erstellung von Behandlungsplänen
 - b) Patientenüberwachung (Monitoring)
 4. Computer als Hilfsmittel der medizinischen Forschung
 - a) Beobachtungs- und Vergleichsreihenanalyse
 - b) Simulation biologischer Vorgänge
 5. Steuerung des Informationsflusses im Krankenhaus (Krankenhausinformationssystem)
 6. Rationalisierung der Verwaltungsaufgaben im Krankenhaus
 7. Computer als Hilfsmittel des öffentlichen Gesundheitsdienstes

Daneben spielt der Computer als Lehrmittel und für die elektronische Literaturdokumentation eine Rolle.

Selbstverständlich ist nun nicht jedes einzelne Aufgabengebiet isoliert als Teilbereich zu betrachten. Vielmehr müssen alle Bereiche zu einem umfassenden Konzept koordiniert werden, was für den medizinischen Bereich und den Patienten gleichermaßen nutzbringend sein soll. So ist es zweckmäßig, die medizinische Befund-Dokumentation so anzulegen, daß der Ausbau eines Krankenhausinformationssystems möglich bleibt, mit dem Ziel, den Organisationsablauf zu vereinfachen und zu beschleunigen, Ärzte und Pflegepersonal von Routineschreibarbeiten zu entlasten, sie sofort und vollständig mit allen erforderlichen und vorhandenen Unterlagen über den Patienten zu versehen, um eine optimale Pflege bei minimaler Aufenthaltsdauer zu erreichen (EHLERS, GRIESSER, KOEPPE, SCHMIDT). Das leitet zu dem Begriff Basisdokumenta-

tion über. Sie umfaßt die sogenannte verschlüsselte I-(Identifikations) Zahl - die sich aus dem Geburtsdatum, einem Namensschlüssel, der Signatur des Geschlechts zusammensetzt -, die Aufnahme-Nummer, Diagnosen, eine einheitliche Formulargestaltung bis zum einheitlich gestalteten Kopf des Krankenblattes, wie sie 1961 eine Arbeitsgemeinschaft im Rahmen der Deutschen Gesellschaft für Medizin, Dokumentation und Statistik empfohlen hat.

Das umfassende Gebiet der Befunddokumentation hat in den letzten Jahren eine beträchtliche Bedeutung erlangt. Den Begriff Dokumentation verwendet man heute häufig. Die Deutsche Gesellschaft für Dokumentation hat den Begriff so definiert: "Dokumentieren heißt: Dokumente systematisch zusammenführen, aufschließen und nutzbar machen. Diese Tätigkeit heißt Dokumentation." Sie wäre mittels eines Dokumentationssystems, welches ein "materielles und konzeptionelles System zur optimalen Information eines durch spezifische Fragestellungen gekennzeichneten Rezipientenkreises (Benutzerkreises)" ist, bewältigt (LAISIEPEN, MEYER-UHLENRIED).

Ohne auf die Begriffsbildungen der Informationstheorie genauer einzugehen, sei hier auch kurz noch der Begriff Information definiert: Information kann jede formulierte Aussage sein. Wenn man diese in irgendeiner Form auf einen Informationsträger - Papier, Magnetband etc. - fixiert, entsteht ein Dokument (FUCHS). Nach KOLLER gründen sich die Prinzipien der Dokumentation auf eine exakte Niederlegung von Befunden und auf zeitsparende Verfahren bei allen Arbeitsgängen. Es sollen mehr und genauere Angaben mit weniger Arbeits- und Zeitaufwand, aber höherer Zuverlässigkeit und Vollständigkeit niedergelegt werden als bisher und durch geeignete Ordnungssysteme schnell zugänglich sein. So sind durch die drei Eigenschaften

- a) große Speicherkapazität bei schnellem Zugriff,
- b) exakte Verarbeitung der Daten nach formalen Kriterien und
- c) hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit,

EDV-Anlagen für die Anwendung in Dokumentationssystemen bestens geeignet (LAISIEPEN). Zunächst soll jedoch auch noch der Begriff EDV-Anlage erläutert werden. Unter der Bezeichnung versteht man eine speicherprogrammierte, elektronisch arbeitende Anlage zur Verarbeitung von Daten (HOLLBERG). Daten sind durch Symbole, wie Zahlen, Buchstaben oder Zeichen darstellbare Informationen, über deren Bedeutung man sich vorher geeinigt hat. Sie sind ein zusammenfassender Begriff für Informationen jeder Art (KOEPE, HOLLBERG). Ihr Aussagewert kann qualitativ und quantitativ sein. Sie sind die Grundfaktoren, mit denen ein Geschehen, ein Ablauf, eine zu lösende Aufgabe erfaßbar gemacht wird. "Datenverarbeitung ist dann die Verknüpfung einzelner solcher Daten oder auch Datenmengen zu neuen Daten oder Datenmengen mit anderen Aussagewerten" (LAISIEPEN).

Ein EDV-System setzt sich immer aus einer Zentraleinheit und Geräten für die Ein- und Ausgabe von Daten zusammen. Diese dienen im engeren Sinn der Kommunikation zwischen Arzt und Maschine bzw. der Umwandlung von lesbarer Schrift in elektronische Impulse und von diesen wieder zurück in lesbare Schrift (MEYER-UHLENRIED).

Wenn man von der Gesamtaufgabenstellung der Datenverarbeitung und der im einzelnen erforderlichen Auswertungen ausgeht, ist als vorbereitende Arbeit eine exakte Definition der zu speichernden Daten auch hinsichtlich ihres Umfanges, ihrer Entstehung und ihrer Erfassung vorzunehmen. Nur dann kann man ein System

aufbauen, welches der Information, der Kommunikation und der Dokumentation dient (HOLLBERG).

Diese Aufgabe gilt insbesondere auch für die elektronische Datenverarbeitung in der Röntgen-Diagnostik, denn auch hier gilt, daß die Menge anfallender Information ohne technische Hilfe nicht mehr ausreichend schnell und sicher verwertbar wäre (ECKER, KATZENBERGER, STIEBER, THURMAYR).

Die maschinelle Dokumentation ist in der Röntgen-Diagnostik ein Hilfsmittel zur Erstellung und Übermittlung des Röntgenbefundes einschließlich der Röntgen-Diagnose, zu ihrer Speicherung und wissenschaftlichen Auswertung.

Die Möglichkeit, Röntgenbefunde und ihre Diagnosen überprüfbar zu machen und die Notwendigkeit ihrer Rationalisierung und Systematisierung führten dazu, verschiedene Systeme zur Bewältigung dieser Aufgaben zu entwickeln.

Im Folgenden soll nur kurz auf einige von ihnen eingegangen werden.

1.2. Automatische Befundverarbeitungssysteme in der Radiologie

Es sollen zunächst nur diejenigen Systeme, die in einem direkten Betrieb (on-line) mit einer EDV arbeiten, herausgegriffen werden, wie z. B. das System ORVID ("On-line-Röntgen-Befundung über Videodisplay inklusive Dokumentation"), welches zur Automatisierung von Röntgenbefunden, insbesondere des Magen-Darmtraktes, der Galle, der Mammographie und des Thorax dient. Das System liefert sofort und direkt, d. h. ohne herkömmliches Diktat voll-

ständige Befunde im Klartext. Zusätzlich dient es auch zu deren Dokumentation. Der Befund kann rasch dem behandelnden Arzt übermittelt und unter Angabe der Patienten-Identifikationsziffer wieder aufgefunden werden. Es ermöglicht die Entwicklung einer standardisierten Terminologie als Voraussetzung für statistische Auswertungen und eine programmierte Einführung in die Befundung von Röntgenbildern. Es kann auch als Teillösung eines Krankenhausinformationssystems, eines sogenannten KIS, angesehen werden, in dem die Verwirklichung folgender 4 Zielfunktionen, der Krankenhaus-, Forschungs-, Ausbildungs- und Verwaltungs- und Wirtschaftsfunktion gewährleistet sein muß, was einen ausreichenden Informationsaustausch voraussetzt (FUCHS).

Als Ein- und Ausgabe des Röntgenbefundes und der Röntgen-Diagnose ist es apparativ mit einem Bildschirmsichtgerät mit einer Tastatur ("Video-display"), einem Drucker und einer Datenverarbeitungsanlage (DVA), die ein on-line-real-time-Betriebssystem benötigt, ausgestattet. Das System ermöglicht die Befunderfassung, das Ausschreiben des Befundes und die Dokumentation, sowohl für wissenschaftliche als auch für verwaltungstechnische Zwecke in einem einzigen Arbeitsgang.

Das System ORVID ist im Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin installiert, dient jedoch seit 1973 lediglich der Dokumentation und nicht mehr der Routinediagnostik.

Das System HABERT (Halbautomatische Befundung von Röntgenaufnahmen der Thoraxorgane), das im Institut für Röntgendiagnostik am Klinikum rechts der Isar, München, in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung getestet wurde, beantwortet ebenfalls die Eingabe von Befunddaten im on-line-Verfahren mit der Ausgabe korrekt formulierter Berichte und

ihrer gleichzeitigen Speicherung (ECKER, KATZENBERGER, STIEBER, THURMAYR). Zur Dateneingabe wird ein Datensichtgerät benutzt, auf dem dem befundenden Arzt Alternativen angeboten werden, die im Entscheidungsfall nur markiert zu werden brauchen. Es kann jederzeit Klartext angegeben werden. Die Befundalternativen sind in Form bildschirmgerechter Textgruppierungen mit je 19 Zeilen und 54 Spalten auf 100 Formatbildern zusammengefaßt. Die Bildfolge wird vom System unter Berücksichtigung der markierten Position gesteuert. Sie orientiert sich an Kriterien, die in einem Flußdiagramm festgehalten sind und garantiert die flexible Beschreibung jeder denkbaren Befundkonstellation auf kürzestem Wege. Wenn die Dateneingabe abgeschlossen ist, erscheint auf dem Bildschirm ein Bericht in korrekt formulierten ganzen Sätzen. Der Arzt hat damit Gelegenheit, seine Eingaben zu prüfen und zu korrigieren. Danach wird der Bericht von einem Schnelldrucker dreifach ausgegeben und codiert in der Röntgendatei gespeichert.

Gemeinsames besteht mit dem schwedischen System MEDELA und den in ODARS (On-line Dagnostic and Reporting System) zusammengefaßten Systemen CADS und RADIATE, indem auch sie im On-line-Verfahren mit einer EDV arbeiten und wobei für die Erstellung des Befundes automatisch codiert wird (LODWICK, REICHERTZ, SCHÄFER). Lediglich die Ein- und Ausgabeeinheiten sind geringfügig verschieden (Masken-Tastatur oder Sichtgerät), wesentliche Unterschiede bestehen in den verschiedenartigen Elementen, aus denen der Befund erstellt wird. Das System MEDELA arbeitet mit einer beschreibenden Diagnosestellung, während man bei RADIATE nur eine erweiterte Diagnosestellung ohne Symptome findet. Bei CADS hingegen können mit Hilfe ausführlicher Symptomaufstellungen Computer-Diagnosen gestellt werden. SCHÄFER ist der Auffassung, daß ODARS wohl eins der fortschrittlich-

sten, jedoch auch eins der maschinell aufwendigsten und daher für europäische Verhältnisse aus Kostengründen vorerst ein ungeeignetes System darstellt.

Das "Diagnostisch-radiologische Informationssystem" (DRIS) ermöglicht den radiologischen Befund mit dem herkömmlichen Diktat. "Die Textanalyse des Diktats ist auf selbstregistrierende Computerkanäle zugeschnitten, wodurch rasche und billige retrospektive Studien erleichtert werden, deren Grundlage die anatomischen und pathologischen Ausdrücke aus der Umgangssprache des Radiologen darstellen" (BARNHARD, JACOBSON, NANCE). Indem die Formulierung der Befunde frei erfolgt, wird das Problem der Kommunikation zwischen Arzt und Computer erheblich erleichtert.

Das System RADIOMAT ("Rationalisierung der Arbeit in der Diagnostik durch individuell organisiert mögliche automatische Textverarbeitung") benutzt die unterschiedliche Häufigkeit von Textworten, um mit einem zweistelligen Zahlencode und wenigen Modifikatoren für die Standardsätze einen Großteil der Befunde im offline-Verfahren zu erfassen.

Die Formulierung der Befunde erfolgt mittels Diktat der Codeziffern und Klartextergänzungen. Die Arbeit an einem Datenterminal wurde vermieden, um den Arzt nicht zusätzlich zu beanspruchen. Nach einmaliger Computereingabe bei der Datenverarbeitung ist auch hier die Dokumentation mittels Speicherung auf Magnetbändern gewährleistet (GOCKEL).

KOIVISTO in Finnland hat nach einer umfassenden Studie von 3 Klassifizierungs-Systemen für Röntgen-Diagnosen festgestellt, daß das ACR-System (American College of Radiology index for Roentgen diagnoses) das vollständigste ist, es ermöglicht die Ein-

ordnung von 97 % aller Befunde unter den aufgeführten Diagnosen. KOIVISTO hat nun den ACR-Code vervollständigt, insbesondere im Hinblick auf angiographische Diagnosen, und hat somit ein eigenes Code-System aufgestellt, das zur Zeit zu den vollständigsten Klassifizierungssystemen für Röntgenbefunde gezählt werden muß. Er hat diesen sogenannten KOIVISTO-Schlüssel, einen verkürzten Schlüssel für Röntgendiagnosen, zum Zwecke der Dokumentation in einem finnischen Krankenhaus seit 1973 in Gebrauch.

Eine weitere Methode der automatischen Befundverarbeitung ist die mittels eines Markierungslesers. Ein solches System wurde von MANI 1973 mit seinen Grundlagen und in seiner Wirkungsweise dargelegt. Zu dem System gehören, den verschiedenen Körperteilen entsprechend, verschiedene Formblätter, auf denen mögliche pathologische Befunde und Angaben allgemeiner Art usw. vermerkt, sowie Skizzen der Organteile gezeichnet sind. Durch Markierung der erforderlichen Rubriken wird der Befund manifestiert. Nach dem Einlesen des Markierungsbogens in den Computer wird durch diesen der Befund in Klartext geschrieben. Über 20 Millionen verschiedene Befunde sind anhand eines einzigen Formblattes möglich. Das System bringt eine große Zeitersparnis für den Radiologen. Auch dieses System ermöglicht die Dokumentation aller erfaßten Daten.

1.3. Zielsetzung und Material vorliegender Arbeit

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, am Beispiel des Ellenbogengelenkes, einen Beitrag zur programmierten Befunddokumentation mit Hilfe eines Markierungsbogens zu leisten, wie es schon am Beispiel des Schädels, des Schulter- und Hüftgelenkes, der Hand und des Fußes geschehen ist (GRUBER, JACOBI, PETT, RITTERS,

RUMPOLD), da der Befundbogen insbesondere für die radiologische Skelettdiagnostik als geeignet angesehen wird (RUMPOLD, MANI).

Zur Ausarbeitung des Befundschemas wurden 1299 Röntgenuntersuchungen von Frakturen, Luxationen und Luxationsfrakturen des Ellenbogens aus dem Röntgen-Archiv des Rudolf-Virchow-Krankenhauses, Berlin, ausgewertet.

Erkrankungen, wie Arthrosis deformans oder anatomische Variationen, ebenso wie Therapie oder Verlauf der Verletzungen, wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht berücksichtigt.

2. Hauptteil

2.1. Entwicklung der Knochenkerne im Ellenbogenbereich

Da bei Kindern und Jugendlichen nach erlittenen Traumen eine Differenzierung zwischen Frakturen bzw. abgesprengten Knochenfragmenten und regelrechter Knochenkernentwicklung, insbesondere im Bereich des Ellenbogengelenkes, sehr schwierig ist, ist zur richtigen röntgenologischen Beurteilung die genaue Kenntnis der Kernentwicklung Vorbedingung. Es empfiehlt sich deshalb, Vergleichsaufnahmen der gesunden Seite anzufertigen (FOGEL, GRASHEY). Erschwerend für die Beurteilung ist vor allen Dingen die distale Humerusepiphyse mit ihrer großen Anzahl von Knochenkernen, besonders aber auch der Trochlea- und Olecranonkern, die eine multizentrische, zerklüftete Entwicklung zeigen können. Man muß vor allem wissen, daß die Epiphysenkerne zur Zeit ihrer Erscheinung meist glatte Ränder haben, aber in den ihrer Verknöcherung vorangehenden Jahren sich immer mehr auffasern und ihre gegen den Schaft gerichtete Seite uneben wird. So ist die Verwechslung mit einer Epiphyseolyse leicht möglich. Das Alter des Patienten ist also immer in Betracht zu ziehen (JUSTUS). Weiter kommt erschwerend hinzu, daß die Kerne zu oft sehr unterschiedlichen Zeiten auftreten, so daß Ossifikationstabellen nur einen groben Anhaltspunkt bieten können. Die Abbildung 1 zeigt die Variationsbreite im Auftreten der Knochenkerne nach Angaben von GRASHEY-BIRKNER mit Zeitspannen zum Teil von mehreren Jahren.

Bis zum 3. Lebensjahr können Knochenkerne vollkommen fehlen (MATZEN). Als erster tritt übereinstimmend mit FOGEL, GRASHEY, KÖHLER-ZIMMER und MATZEN der Kern des Capitulum humeri, nach GRASHEY in der Zeit zwischen dem

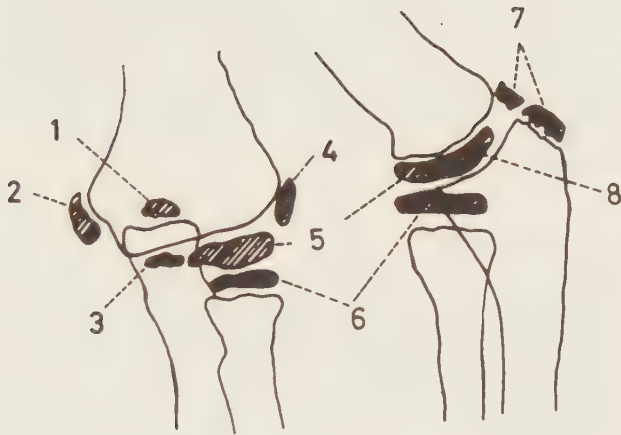


Abb. 1: Knochenkernentwicklung (nach GRASHEY-BIRKNER)

- 1 Olecranon 7 - 12 J.
- 2 Epicondylus medialis 4 1/2 - 8 1/2 J.
- 3 Trochlea 7 1/2 - 12 1/2 J.
- 4 Epicondylus lateralis 10 1/2 - 15 1/2 J.
- 5 Capitulum humeri 1/2 - 3 J.
- 6 Capitulum radii 2 1/2 - 8 1/2 J.
- 7 Olecranon 7 - 12 J.
- 8 Trochlea 7 1/2 - 12 1/2 J.

1. und 6. Lebensjahr auf. Als nächstes werden oft der Kern des Epicondylus humeri ulnaris und der proximalen Radiusepiphyse bzw. des Capitulum radii gleichzeitig sichtbar (MATZEN), jedoch ist der Kern des Capitulum radii früher nachweisbar (GRASHEY, KÖHLER-ZIMMER). GRASHEY legt den Zeitpunkt des frühesten Auftretens in das 5., KÖHLER-ZIMMER in das 7. Lebensjahr.

Das Sichtbarwerden der Kerne der Trochlea humeri, des Epicondylus radii, der übereinstimmend als letzter auftritt, und der Olecranonapophyse ist zeitlich sehr unterschiedlich, nach KÖHLER-ZIMMER und MATZEN im 12. Lebensjahr, nach GRASHEY-BIRKNER spätestens jedoch erst im 16. Lebensjahr abgeschlossen.

Die Epi- und Apophysenlinien des Ellenbogenbereiches sind nach KÖHLER-ZIMMER und MATZEN etwa zwischen dem 14. und 16., nach FOGEL erst um das 16. bis 20. Lebensjahr geschlossen. Gelegentlich findet man auch eine Persistenz des Apophysenspaltes, was die Beurteilung auch im Erwachsenenalter erschwert. Im Allgemeinen finden die Verschmelzungen bei Mädchen früher als bei Jungen statt. Ebenso wird nach einer knöchernen Verletzung im Ellenbogengelenk der Ossifikationsprozeß schneller vorangetrieben.

2.2. Anatomische Varietäten und Fehlerquellen

Zur exakten röntgenologischen Beurteilung gehört, ebenso wie die Kenntnis der Knochenkernentwicklung, die Kenntnis der anatomischen Verhältnisse und der anatomischen Varietäten, da auch sie sehr oft, wo nicht zu Fehldiagnosen, so doch zu erheblichen

differentialdiagnostischen Schwierigkeiten führen können. In der Literatur wird als häufigste Variante der Skelettentwicklung im Ellenbogenbereich der Processus supracondylicus, ein osteophytenartig nach distal gerichteter kalkdichter Bandstreifen, medio-ventral am distalen Humerus, oberhalb des Condylus ulnaris gelegen, der dem M. pronator teres als Ursprung dient, angesehen (GRASHEY, MATZEN). Man findet in diesem Bereich auch häufig Exostosen, die jedoch im Vergleich zu dem Processus supracondylicus breitbasiger sind (KÖHLER).

Etwas seltener findet man die Patella cubiti, von KIENBÖCK erstmalig beschrieben, ein akzessorischer, in der Tricepssehne gelegener Knochen (Sesamoid), bzw. ein kalkdichter Schatten distal des Epicondylus humeri ulnaris, der nicht mit einer Absprengung vom Olecranon zu verwechseln ist (MATZEN).

Das Os coronoides ulnae oder os cubiti anterius, an der Spitze des Processus coronoideus ulnae, ist gegenüber einer arthrotischen Veränderung oder einer Abscherungsfraktur zu differenzieren (GRASHEY-BIRKNER, KÖHLER-ZIMMER).

Ein selten beobachteter Befund ist das Foramen supratrochleare, eine unterschiedlich große Perforationsöffnung, welche die Fossa olecrani und die Fossa coronoidea verbindet und eine Erweiterung des Bewegungsumfanges im Gelenk ermöglicht (SCHINZ). Es ist gelegentlich mit Gelenkmäusen vergesellschaftet (MARKOVITS, SCHINZ). Es tritt meist doppelseitig auf und ist eine rein anatomische Variation. Es kommt auch familiär-hereditär vor, resultiert gelegentlich auch im Anschluß an supracondyläre Frakturen durch Störung des Ossifikationsprozesses. Differentialdiagnostisch sind das Foramen supracondyloideum oder der Canalis supracondyloideus, der nach SCHINZ jedoch im Vergleich zu dem

bloßen Processus supracondylicus eine Rarität ist, abzugrenzen.

Der häufig auftretende Olecranonsporn, ein verkalkter Tricepssehnenansatz, ist von einer Bursaverkalkung, die meist dorsal davon liegt, zu unterscheiden. Mehr Schwierigkeiten bereitet dagegen der unverschmolzene Olecranonspitzenkern oder eine teilweise persistierende Epiphyse des Olecranon, die zu einer dorsalen Spalte führt und nicht mit den im amerikanischen genannten "Car window elbows" oder "sideswipe fractures" zu verwechseln sind. Der Margo interosseus bzw. die Crista interossea ist differentialdiagnostisch gegenüber einer Periostitis oder Callus abzugrenzen. Die Canales nutricii können, wie auch bei anderen Knochen, Fissuren vortäuschen. Wird die Tuberositas radii orthograd getroffen, sind Aufhellungen erkennbar, die an Cysten denken lassen, weil in dem Bereich die Corticalis verdünnt ist und im Summationsbild zu einer scheinbaren Strukturaufhellung führt (GRASHEY-BIRKNER).

Ebenso kann die Bandgrube, der Ansatz des Ligamentum anulare radii an der proximalen Ulna, Aufhellungen bedingen.

Eine Kompaktainsel, wie zum Beispiel in der Radius-Diaphyse, ist gegenüber einem Knocheninfarkt abzugrenzen.

Ein isoliertes Knöchelchen distal des Epicondylus medialis und akzessorische Ossa am Epicondylus lateralis, sind gegenüber einem alten Trauma, einer beiderseitigen kongenitalen Anomalie oder einem persistierenden Knochenkern zu differenzieren.

Durch eine Inkongruenz der Gelenkflächen des Humero-Radialgelenkes wird häufig eine scheinbare Subluxation des Radiusköpfchens hervorgerufen.

2.3. Cubitus varus und Cubitus valgus

Um eine Fraktur vollständig beurteilen zu können, muß die Achsenstellung berücksichtigt werden. Normalerweise besteht schon bei gestrecktem Arm und supinierter Hand ein sogenannter Cubitus valgus, d. h. ein nach außen (radial) offener Winkel, der bei Männern bis 170° und bei Frauen bis 160° betragen kann. Ursache dafür ist, daß das distale Humerusende physiologischerweise mit der Längsachse der Diaphyse einen nach volar offenen Winkel von 20 bis 30° (Rekurvatur) bildet, beim Mann also geringer als bei der Frau ist (FOGEL, WILMS). Einen Cubitus rectus (siehe Abbildung 2) bei dem die Längsachsen des Ober- und Vorderarmes einen Winkel von 180° bilden, gibt es meist nur vor dem Pubertätsalter. Der Cubitus varus und valgus kommen angeboren vor und sind dann oft durch eine Schlaffheit der Gelenkbänder bedingt, die bei Streckung, besonders aber bei Hyperextension, eine Subluxation des Radiusköpfchens verursachen können.

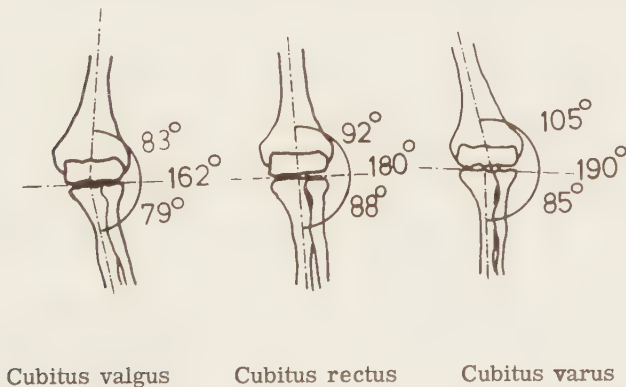


Abb. 2: Röntgenskizze eines Cubitus valgus, rectus und varus
(nach SCHINZ)

Hypervalgus- und Varusstellung sind als pathologisch anzusehen. Der pathologische Cubitus valgus kommt vor allem nach Läsion der Epiphysenlinie des Capitulum humeri und den dadurch gesetzten Wachstumsstörungen vor. Häufiger bildet er sich jedoch im Anschluß an eine Fraktur des Condylus lateralis, "indem der Radius in normaler Weise an dem Fragmentstück artikuliert" und sich so die Valgität aus diesen mechanischen Gründen verstärkt (SCHINZ). Der Cubitus varus, bei dem der Oberarm mit dem Unterarm einen nach innen offenen Winkel bildet, entsteht meist nach einer supracondylären Fraktur.

Zur genauen Bestimmung der Varus- oder Valgusstellung des Ellenbogengelenkes dient der sogenannte BAUMANN'sche Winkel (siehe Abbildung 3). Der Winkel wird mit der Humerusschaftachse a und einer Geraden durch die Epiphysenfuge des distalen Humerus 0 gebildet. Er ist normalerweise radialwärts um so viel kleiner als 90° , als es der physiologischen Valgusstellung des Vorderarmes entspricht. Verkleinerung des Winkels kommt bei Hypervalgusstellung und Außenrotation des distalen Fragmentes, Vergrößerung auf über 90° bei Varusstellung vor.

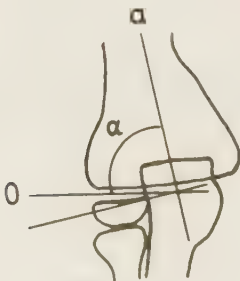


Abb. 3: BAUMANN'sche Winkelmessung

2.4. Frakturen - Entstehungsmechanismus und Häufigkeit

2.4.1. Frakturen im distalen Humerus

2.4.1.1. Frakturen im mittleren/distalen Humerus

In Bezug auf Frakturen ist die obere Extremität nach statistischen Erhebungen von FOGEL mit 51,5 % gegenüber der unteren mit 32,2 % und dem Stamm mit 16,3 % am häufigsten betroffen. Im Rahmen dieser Arbeit interessiert hier zunächst das distale Humerusende. Nach FOGEL machen die Brüche des Oberarmes 10 % der Gesamtfrakturen aus, 25 % davon entfallen auf das distale Drittel, wo sie äußerst vielgestaltig sind. Bereits vor der Röntgen-Ära hat KOCHER die Frakturen dieses Abschnittes eingeteilt. In Anlehnung daran und aufgrund der Durchsicht von 1299 Röntgenaufnahmen des Ellenbogengelenkes in 2 Ebenen erfolgte unsere Einteilung. Man muß jedoch stets im Auge behalten, daß die angegebenen Frakturlinien in gewissen Grenzen schwanken und wechseln und sich untereinander in der mannigfaltigsten Form kombinieren können.

Der Vollständigkeit halber wurden auch die Frakturen des mittleren und des oberen Teils des distalen Humerus in das Schema aufgenommen und mit H_1 - H_6 numeriert. Es fanden sich 101 Frakturen, das entspricht 7,9 %. Es gibt auch hier entsprechend der Gewalteinwirkung charakteristische Bruchformen u. a.:

- a) Biegungsbruch, bei dem ein Biegungskeil auf der Konkavseite infolge sekundärer Zirkulär- und Längsspannungen ausgesprengt wird (H_4).
- b) Bruch durch Abscherung oder Schub, der durch 2 entgegengesetzte, einander parallele Kräfte, die sich nicht genau gegenüberstehen, verursacht wird (H_2).

- c) Torsionsfraktur-Drehkräfte wirken sich oft in Ellenbogen-
nähe des Humerusschaftes aus. Der gebeugte Vorderarm ist
durch seine Hebelwirkung ein wirksamer Faktor eines Dreh-
momentes (H_0) (BAUMANN, siehe Abbildung 4).



a)



b)



c)

Abb. 4: Verschiedene Bruchformen (nach BAUMANN)

2.4.1.2. Suprakondyläre Frakturen

Die Fractura supracondylarica humeri ist neben den Radiusköpfchen- und den Olecranonfrakturen die häufigste Fraktur am Ellenbogengelenk, sie kommt vorwiegend im Kindesalter vor (BAUMANN, FOGEL, GIEBEL/NOLTE, MARKOVITS). Die Bruchlinie verläuft oberhalb der Kondylen am distalen Ende der Diaphyse (WILMS). Bei der einfachen Form bleibt die Bruchlinie außerhalb der Gelenkkapsel. Diese Frakturen rechnet man dennoch zu den Ellenbogenfrakturen, da schlecht geheilte suprakondyläre Frakturen oft ebenso schlechte Gelenkfunktionen zur Folge haben wie intraartikulär gelegene.

Je nach Verletzungsmechanismus werden die suprakondylären Brüche in Extensions- oder Flexionsfrakturen eingeteilt. Bei insgesamt 106 Frakturen = 8,2 % überwogen die Extensionsfrakturen mit 93 = 87,7 % gegenüber 13 Flexionsfrakturen = 12,3 %. Übereinstimmung findet sich mit GIEBEL und NOLTE bezüglich der Extensionsfrakturen, die bei ihren Untersuchungen mit 84 % vertreten waren, dagegen fanden sich bei ihnen 4 % Flexionsfrakturen. Die Frakturlinien wurden in unserem Schema mit H₇ und H₈ bezeichnet.

Die Extensionsfraktur entsteht beim Fall auf die Hand bei gestrecktem und abduziertem Arm als Folge einer Überstreckung des Ellenbogens. Bei diesem Überstreckungsmechanismus spannt sich die Gelenkkapsel über die vordere Fläche des distalen Humerus und knickt den Gelenkteil nach dorsal ab. Es kann nur zu einer Fraktur kommen, wenn die Kapsel - wie bei kleinen Kindern - widerstandsfähiger als der Knochen ist, also nicht einreißt. Wenn das aber doch der Fall ist - wie bei älteren Kindern - entsteht eine Luxation nach hinten als Folge der Hyperextension (WILMS).

Die große Zahl der Extensionsfrakturen begründet man damit, daß Kinder viel häufiger auf den ausgestreckten Arm fallen als Erwachsene. Andererseits wird die Fossa olecrani als Ort geringeren Widerstandes dafür verantwortlich gemacht. GIEBEL und NOLTE führen den Häufigkeitsunterschied bei den suprakondylären Frakturen zwischen Jugendlichen und Erwachsenen darauf zurück, daß die mechanische Festigkeit suprakondylär während des Wachstums wohl durch die Verhältnisse im Bereich der Epiphysenfugen geringer als bei den Erwachsenen ist. Im Greisenalter tritt ebenfalls wieder die suprakondyläre Fraktur in den Vordergrund, vermutlich durch den dort stärksten strukturellen Umbau (GIEBEL/NOLTE).

Bei dem Extensionstyp verläuft die Bruchlinie von hinten-oben leicht schräg nach vorn-unten. Das distale Fragment wird nach hinten und oben verschoben, so daß es zur Antekurvatur und Varusstellung kommt.

Bei der selteneren Flexionsfraktur führt die auf den gebeugten Arm dorsal einwirkende Gewalt zum Bruch des Knochens. Die Frakturlinie verläuft von vorn-oben nach hinten-unten, das distale Fragment ist nach vorn verschoben. Auch bei diesem Frakturtyp ist eine varusartige Achsenknickung nachzuweisen.

Der Cubitus varus ist der häufigste Dauerschaden der suprakondylären Fraktur. Meist ist diese Deformität Folge einer primären oder einer sich später einstellenden Drehverschiebung des kurzen distalen Fragmentes nach innen. So wird klar, daß die in Abschnitt 2.3. beschriebene BAUMANN'sche Winkelmessung von praktischer Bedeutung ist.

2.4.1.3. Dia- und transkondyläre Frakturen

Bei den dia- und transkondylären Frakturen zeigt die Frakturlinie einen etwas distaleren Verlauf als bei den suprakondylären Frakturen, sie verläuft unterhalb der Verbindungslinie der Epikondylen. Die praktische Bedeutung einer Unterscheidung liegt darin, daß dia- und transkondyläre Brüche intraartikulär gelegen sind, jedoch sind beide Formen kaum scharf abzugrenzen, denn im Seitenbild erscheinen die meisten Frakturen suprakondylär, im a-p-Bild hingegen dia- oder transkondylär.

Von den diakondylären Frakturen, die relativ selten sind, fanden sich in unserem Material 14 Fälle, das sind 1,1 % und von den transkondylären 67 Fälle = 5,2 %, im Markierungsbogen mit H_9 und H_{10} beziffert.

Nach Untersuchungen von KOCHER kommt der Bruch bei direktem Stoß gegen den Ellenbogen in der Richtung der Humerusachse zustande. Der Gelenkfortsatz wird auf diese Weise abgedrückt. WILMS und MATTI sind der Ansicht, daß es sich bei den diakondylären Frakturen meist um eine Epiphyseolyse handelt. Das bevorzugte Alter bei diesen Verletzungen ist dementsprechend das kindliche bis zum 15. Lebensjahr. Da die Verletzung rein intraartikulär ist, lassen sich diese Frakturen klinisch schwer diagnostizieren. Insbesondere fällt die hochgradige Störung der Gelenkfunktion auf (MATTI). Eine Entscheidung kann somit nur das Röntgenbild bringen.

2.4.1.4. Frakturen der Oberarmkondylen

2.4.1.4.1. des lateralen (radialen) Kondylus

Chirurgisch bilden das Capitulum humeri und der Epicondylus lateralis den Condylus lateralis.

Der Entstehungsmechanismus der Fraktur ist demjenigen der suprakondylären Fraktur verwandt, denn gewöhnlich kommt der Bruch beim Fall auf die Hand bei gestrecktem Ellenbogen zustande, wobei die mediane Kante der Incisura semilunaris des Olecranon die Abscherung des Kondylus bewirkt. Die Fraktur betrifft vorwiegend Kinder (WILMS).

Eine andere Möglichkeit besteht beim Fall auf den gebeugten Ellenbogen, der infolge der durch das Speichenköpfchen ausgeübten Kompressionswirkung Anlaß zur Fraktur des Condylus lateralis gibt (FOGEL). Dieser Mechanismus kommt eher bei Erwachsenen vor.

Bei einigen Frakturen dieses Bereiches findet man eine typische Verschiebung des abgebrochenen Fragmentes, und zwar tritt die Dislokation meist nach hinten ein, die jedoch meist mit einer Luxation einhergeht (BAUMANN, WILMS).

Wir fanden 41 Frakturen des lateralen Kondylus, das entspricht 3,2 %, übereinstimmend mit GIEBEL und NOLTE, bei denen der laterale Kondylus in 3 % der Fälle frakturiert war. Die Frakturlinien wurden mit H_{11} und H_{13} bezeichnet.

2.4.1.4.2. des medialen (ulnaren) Kondylus

Die isolierten Frakturen des medialen Kondylus sind gegenüber denen des lateralen Kondylus weitaus seltener, auf sie entfielen 18 Frakturen = 1,4 % und weisen somit gegenüber GIEBEL und NOLTE mit 2 % nur eine geringe Abweichung auf. Diese Frakturen entsprechen den Ziffern H_{12} und H_{14} .

Der mediale Kondylus wird chirurgisch durch die Trochlea humeri und den Epicondylus medialis gebildet.

Die Ursache der Fraktur des Condylus medialis humeri ist, meist ein direkter Stoß oder Schlag auf die Innenfläche des Ellenbogens oder Fall auf den gebeugten und abduzierten Ellenbogen.

2.4.1.5. T-, Y-, V-Mehrstückbrüche des distalen Humerus

Besonders ungünstig sind die kombinierten Frakturformen, die häufiger bei Erwachsenen als bei Kindern vorkommen (BAUMANN, WILMS). Es handelt sich meist um schwere Verletzungen, bei denen die Wiedererlangung der vollen Bewegungsfähigkeit durch die intraartikulären Bruchlinien oft nicht möglich ist.

Nach BAUMANN und BÖHLER entstehen sie durch Sturz auf den gebeugten Ellenbogen, wobei sich das Olecranon wie ein Stemmeisen zwischen die Kondylen-Massive einschiebt. In der Regel entstehen zwei Hauptbruchstücke, die meist auch noch in mehrere große und kleine Fragmente zersplittern (BAUMANN).

So können die Formen, in denen sich diese Frakturen darstellen, sehr mannigfaltig sein. Die Bruchlinien können sich aus einer

Fraktur des lateralen und des medialen Kondylus im Sinne einer V-förmigen Fraktur oder aus einer Fractura supracondylica mit Längsfraktur zwischen den Kondylen in T- oder Y-Form zusammensetzen (WILMS). Es fanden sich insgesamt 67 Frakturen dieser Art, das sind 5,2 %. Sie wurden mit H₂₅ - 27 gekennzeichnet. Da diese Frakturen gewöhnlich nur durch starke Gewalteinwirkungen hervorgerufen werden, sind Dislokationen in dem Sinn, daß das proximale Humerusende nach dorsal oder ventral verschoben und ein Cubitus valgus oder varus vorhanden ist oder leicht erzeugt werden kann, keine Seltenheit.

2.4.1.6. Frakturen der beiden Epikondylen

2.4.1.6.1. des medialen (ulnaren) Epikondylus

Die Fraktur des Epicondylus medialis humeri ist häufig beobachtet. Es verhält sich also hier gerade umgekehrt zu den Kondylenfrakturen. Die Verletzung wird häufiger bei Jugendlichen beobachtet. Bei Erwachsenen führt der gleiche Verletzungsmechanismus zur Zerreißung des ulnaren Seitenbandes (FOGEL). Meist tritt jedoch nicht, wie oft beschrieben, eine Epiphyseolyse ein, sondern eine Abrißfraktur, wobei nicht nur der Epikondylus, sondern fast immer auch noch eine Schale der Humerusmetaphyse mitabgerissen wird (BAUMANN). Irgendwelche Störungen entstehen dabei nicht, da die Epiphysenzone des Epikondylus nicht am Längenwachstum des Humerus beteiligt ist. Der Epicondylus medialis ist am Humerus der Fixationspunkt des starken Ligamentum collaterale ulnare. Bei plötzlichen Bewegungen, bei denen es übermäßig angespannt wird, reißt gewöhnlich nicht das Ligament, sondern der Epikondylus ab (WILMS). Außer dem ulnaren Seitenband sind auch die Ursprünge der Vorderarmbeu-

ger der Zugwirkung ausgesetzt. Von ihnen wird der Epikondylus weit umfaßt. So wird er oft so umfangreich abgerissen, daß die Fraktur in das Gelenk hineingeht.

MATTI schreibt, daß seltener der direkte Fall als vielmehr eine forcierte Abduktion oder deren Kombination mit Hyperextension für diese Abrißfraktur verantwortlich ist. Dem Zug des Ligamentes folgend, ist das Bruchfragment in der Regel nach unten disloziert. Bei direkten Frakturen des Epikondylus werden Läsionen des Nervus ulnaris beobachtet, charakterisiert durch Taubheit oder Lähmung im Gebiet des Ulnaris (WILMS). Nach BAUMANN ist in ca. einem Drittel der Fälle die Abrißfraktur des medialen Epikondylus mit einer Luxation verbunden, und zwar meist mit einer Luxation nach hinten. WILMS beschreibt auch ein Vorkommen der Fraktur bei der Luxation des Vorderarmes nach der Seite fast regelmäßig nach außen. In Abweichung zu GIEBEL und NOLTE (10 %) konnte die mit H₁₅ bezeichnete Fraktur bei uns in 64 Fällen = 4,9 % nachgewiesen werden. H₁₇ und H₁₈ entsprechen Absprengungen aus dem medialen Epikondylus.

2.4.1.6.2. des lateralen (radialen) Epikondylus

Die Fraktur des Epicondylus lateralis ist recht selten und ohne wesentliche Bedeutung. Bei uns kam sie im Gegensatz zu GIEBEL und NOLTE (4 %) in 9 Fällen vor, das sind 0,7 %. Diese Frakturen wurden in dem Markierungsbogen mit H₁₃ bezeichnet.

Das radiale Seitenband ist nicht mit dem Radius verbunden, sondern mit dem Ringband des Humeroradialgelenkes. Bei forcierter Abduktion wird also nur das Ringband nach cranial gezogen, ohne dort ausreichende Festigkeit für den Abriß des Epikondylus vorzu-

finden. Zusätzlich bieten die Mm. brachialis und extensor carpi radialis longus insofern einen Schutz, indem sie das Gelenk überbrücken (BAUMANN).

Die Fraktur des Epicondylus radialis kommt als direkte Verletzung vor, sei es durch Hufschlag, Angefahrenwerden durch einen Wagen oder sei es durch Sturz auf die Außenseite des Armes.

2.4.1.7. Frakturen des Capitulum humeri

Diese Frakturen werden von BÖHLER und FOGEL übereinstimmend mit einer konstitutionellen Komponente zusammengebracht. Valgität und ein stark überstreckbares Ellenbogengelenk sollen mitentscheidend sein. Aus diesem Grunde ist diese Bruchform selten. Auch bei uns fanden sich nur 9 Fälle, das sind 0,7 %, auf dem Markierungsbogen mit H₂₂ numeriert. Nach BAUMANN und KOCHER ist die Verletzung - zumindest bei Erwachsenen - relativ häufig, beim Kind jedoch selten, weil meist der ganze Kondylus abbricht. Der Entstehungsmechanismus ist ähnlich, wie bei der Fraktur des äußeren Kondylus, also durch Fall auf die Hand, wobei ein axialer Druck vom Radiusköpfchen gegen den Humerus entsteht und so die Abschälung des Capitulum bewirkt (BAUMANN, WILMS). Es handelt sich hier um den gleichen Mechanismus, durch den das Radiusköpfchen gespalten oder auseinander gesprengt wird.

FOGEL beschreibt verschiedene Formen:

- a) Quetschung des knorpeligen Gelenküberzuges, der auf der Röntgenaufnahme nicht nachweisbar ist. Es kann sich jedoch eine lokale avaskuläre Nekrose entwickeln, die zu einer Osteochondrosis dissecans führt, die dann röntgenologisch erkennbar ist.

- b) Teilfraktur des Capitulum humeri (Fractura capituli partialis) nach dem KOCHER LORENZ' schen Typ. Das abgebrochene Fragment kann reiner Knorpel und röntgenologisch ebenfalls nicht nachweisbar sein. Ist jedoch ein Teil des Knochens mitabgebrochen, ist dies möglich.
- c) Abbruch des gesamten Capitulum (Fractura capituli humeri totalis nach dem HAHN-STEINTHAL' schen Typ, bei dem das abgescherte Fragment meist nach oben-vorn disloziert und um 90° gedreht ist.

Daneben kann das Capitulum mit einem kleineren oder größeren Trochleastück abbrechen oder es kann eine Fraktur des Epikondylus hinzukommen, was wir in keinem der Fälle fanden.

2.4.1.8. Frakturen der Trochlea humeri

Eine isolierte Fraktur der Trochlea humeri kommt in der Literatur praktisch nicht vor. Auch wir fanden in dem bearbeiteten Material keine Verletzung dieser Art.

2.4.2. Frakturen im proximalen Vorderarm

2.4.2.1. Frakturen des Olecranon

Bei der Fractura olecrani handelt es sich um eine relativ häufige Bruchform, zumindest bei Erwachsenen, bei Kindern ist sie selten, da die Knochenkerne des Olecranon erst im 7. bis 12. Lebensjahr auftreten. Zur Beurteilung der Röntgenaufnahmen von Olecranonfrakturen sind - wie schon in Abschnitt 2.1. beschrieben - die exakten Verknöcherungsverhältnisse der Epiphyse von Bedeutung,

da sonst Täuschungen im jugendlichen Alter unvermeidlich sind.

Die Olecranonfrakturen sind Folge direkter Gewalteinwirkung, die an dem exponiert gelegenen Knochen einen günstigen Angriffspunkt finden. In der Regel geben die Patienten einen Sturz direkt auf den Ellenbogen an. In seltenen Fällen sollen auch Frakturen bei Hyperextension oder sehr kräftiger Kontraktion des M. triceps auftreten, wie es z. B. beim Werfen beobachtet wurde (WILMS). Bei Hyperextension kann sich das Olecranon so gegen die Fossa olecrani stemmen, daß die Spitze abknickt. Durch den Muskelzug wird ein Auseinanderweichen der Fragmente, die sogenannte Diastase, bewirkt.

Begleitverletzungen sind häufig Luxationen, insbesondere die Luxatio antebrachii anterior, die wir in 5 Fällen fanden. Weitere Begleitverletzungen sind die Fraktur des Radiusköpfchens, die wir einmal sahen und der Abbruch des Processus coronoideus ulnae.

Die klinische und die röntgenologische Diagnose bereiten keine Schwierigkeit, jedoch darf man die "Patella cubiti" KIENBÖCK nicht mit einer Olecranonabsprengung verwechseln.

Als einzige in die Berechnungen aufgenommene anatomische Varietät sei hier nur noch kurz der Olecranonsporn erwähnt, der in 31 Fällen = 2,4 % nachweisbar war.

Die Olecranonfraktur war, ähnlich wie bei BAUMANN, GIEBEL und NOLTE, bei denen sie mit 29 % und 10 % die dritthäufigste Fraktur darstellte, bei uns mit 137 Fällen = 10,6 % vertreten und somit die häufigste Fraktur. In unserem Schema sind ihr die Frakturlinien $U_1 - 4$ zuzuordnen.

2.4.2.2. Frakturen des Processus coronoideus ulnae

Der Abbruch des Processus coronoideus ulnae kommt selten isoliert vor, meistens in Begleitung der Luxation beider Vorderarmknochen nach hinten, was wir in 5 Fällen fanden oder nach der Seite. Bei Vorliegen einer Luxation weist die leichte Reposition auf die Existenz dieser Fraktur hin. WILMS beschreibt den Frakturmechanismus als Fall auf den ulnaren Rand der Hand bei gering gebeugtem Arm. Dieser Stoß wird auf die Ulna übertragen und so der Processus coronoideus bei Gegenstoß gegen die Trochlea abgesprengt.

Seltener entsteht die Fraktur durch Kontraktion des M. brachialis, der distal der Spitze des Processus inseriert.

In unserem Material fanden sich doch - entgegen der Literatur - immerhin 59 Fälle (U_6), das sind 4,5 %, bei GIEBEL und NOLTE waren es nur 3 %.

Nach BAUMANN sind fast immer die Begleitverletzungen auffälliger, so z. B. die Olecranonfraktur und die Fraktur des Radiusköpfchens, die wir nur einmal fanden. Die Fraktur des Radiusköpfchens kann den Abbruch des Processus coronoideus ulnae verdecken, aus diesem Grunde ist es empfehlenswert, eine Schrägaufnahme 45 Grad von vorn unten außen anzufertigen (BAUMANN). In ebenfalls nur einem Fall fanden wir die Kombination mit einer suprakondylären Fraktur.

2.4.2.3. Frakturen im proximalen Drittel des Radius

2.4.2.3.1. Frakturen des Radiusköpfchens (Meißelfraktur)

Im Zentralblatt für Chirurgie 1880 hat VON BRUNS als erster diese Bruchform und deren Bedeutung eingehender behandelt. Die Fraktur erfolgt gewöhnlich indirekt, meist durch Fall auf die Hand bei mäßig gebeugtem und proniertem Vorderarm (Kompressionswirkung).

Anatomisch betrachtet, ist das Radiusköpfchen durch den Collo-Diaphysenwinkel nach latero-dorsal gerichtet. Bei Beugung im Ellenbogen decken sich die Gelenkflächen. In Streckstellung jedoch und in Pronation hat lediglich der jetzt nach volar gedrehte, erst latero-dorsal gelegene Anteil Kontakt mit dem dorsalen Anteil des Capitulum humeri. Hinzu kommt, daß hier die Circumferentia am schwächsten und spongiöser ist als in dem durch ständige Rotation stark funktionell beanspruchten Teil. So wird es verständlich, daß Winkelstellung im Ellenbogen und die einwirkende Gewalt den Ausgang in Fissur, Meißelfraktur, Pilzfraktur oder Zertrümmerung bestimmen.

Wie das Capitulum unter Längsdruck gesetzt wird und infolge der sekundären Zugspannungen auseinanderberstet, soll die Abbildung 5 verdeutlichen.

Die Meißelfraktur gehört nicht zum Kindesalter, da das Capitulum radii noch nicht genügend entwickelt und die Widerstandskraft der Epiphyse groß ist. Da die Gelenkkapsel etwa 15 mm distal vom proximalen Ende am Collum verwachsen ist, handelt es sich bei den Radiusköpfchenfrakturen und den im folgenden Abschnitt noch zu beschreibenden Radiushalsfrakturen um rein intraartikuläre (BAUMANN, WILMS).

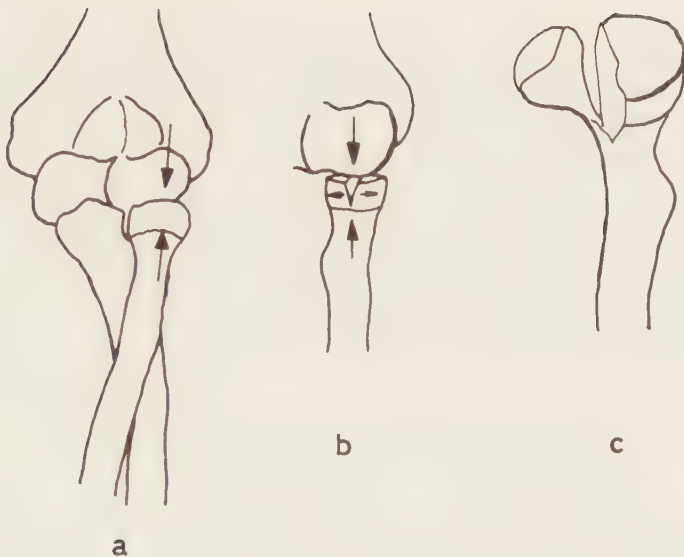


Abb. 5: Längsdruck und seine Folgen auf das Speichenköpfchen

- a) Kraft und Gegenkraft
- b) Sprengwirkung auf das Köpfchen, sogenannter Meißelbruch (nach BAUMANN)
- c) Meißelfraktur des Radiusköpfchens. Anatomisches Bild (nach VON BRUNS)

Bei insgesamt 114 Verletzungen = 8,8 % am Radiusköpfchen - bei uns die zweithäufigste Verletzungsform am Ellenbogen - handelte es sich um 2 Fissuren = 1,8 %, 88 Meißelfrakturen, das sind 77,2 % und 24 Absprengungen = 21,1 % kleinerer oder größerer Fragmente aus dem Radiusköpfchen ($R_1 - 3$). In Abweichung zu unseren Untersuchungen handelte es sich bei BAUMANN, GIEBEL und NOLTE um die häufigste Verletzung (18 % und 30 %), was

wohl auch dadurch bedingt ist, daß wir die Frakturen des mittleren/distalen Humerus und die des proximalen Unterarmes mit in das Schema aufgenommen haben.

Die Nähe des tiefen Astes des Nervus radialis, der über das Radiusköpfchen verläuft, ist die Ursache, daß es bei Radiusköpfchenverletzungen leicht zu Läsionen des Nervus radialis in Form von Bewegungsstörungen der Hand und der Finger kommen kann.

2.4.2.3.2. Frakturen des Radiushalses beim Kind, Typ 1 - 4 nach JUDET

Die Fraktur des Speichenhalses kommt in der Regel durch einen in Achsenrichtung einwirkenden Stauchungsmechanismus zustande, wie auch schon im vorangegangenen Abschnitt erläutert.

Die Dislokation und Achsenknickung kann je nach Größe der Gewalt verschiedene Grade annehmen, die von JUDET in Typ 1 - 4 eingeteilt wurden (siehe Abbildung 6).

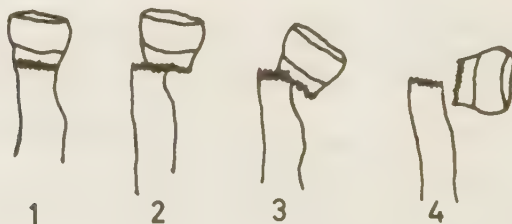


Abb. 6: Radiushalsfrakturen Typ 1 - 4 (nach JUDET)

Charakteristischerweise bricht der knopfartige Knochenkern, der röntgenologisch etwa vom 3. Lebensjahr an sichtbar wird, mit einem dünnen Stückchen Radiusmetaphyse quer durch, disloziert und knickt nach dorsal ab (MORGER). Bei dem Abbruch kann die Gelenkfläche unversehrt bleiben, aber zu Bänder- und Kapselverletzung in beiden beteiligten Gelenken, dem Humero-radial- und dem Radio-ulnar-Gelenk, und Luxation führen (BAUMANN).

Es entfielen 44 Frakturen auf den Radiushals, das entspricht 3,4 % (R_4 , 5).

Nach BAUMANN sollte das Radiusköpfchen bei Kindern vor Abschluß der Knochenreife nicht entfernt werden, da das zu Wachstumsstörungen und Brückenkallus führt. Später kann bei stärkeren Störungen die Resektion des Köpfchens in Betracht kommen und Bewegungsstörungen erfolgreich beseitigen.

Abbildung 7 zeigt abschließend noch eine Übersicht der typischen Frakturen am Ellenbogengelenk.

2.4.2.4. Schaftbrüche des proximalen Vorderarmes

Die Frakturen des Vorderarmes im Schaftbereich sind häufige Verletzungen, die direkt oder indirekt entstehen können. Beim Überfahren oder bei einem Stoß handelt es sich um direkte Gewalteinwirkung, wobei es meist zu einem Biegebuch kommt, der beide Knochen in der gleichen Höhe trifft. Der indirekte Bruch wird meist durch eine Gewalteinwirkung in Richtung der Schaftachse, d. h. beim Fall auf die gestreckte Hand, verursacht. Die beiden Vorderarmknochen frakturieren dabei jeweils an ihrer schwächsten Stelle, die sich aber in unterschiedlicher Höhe be-

findet. So liegt die Radiusfraktur häufig in der Schaftmitte oder proximal davon, die Ulnafraktur dagegen lokalisiert sich distaler, d. h. an der Grenze zwischen mittlerem und distalem Drittel (FOGEL).

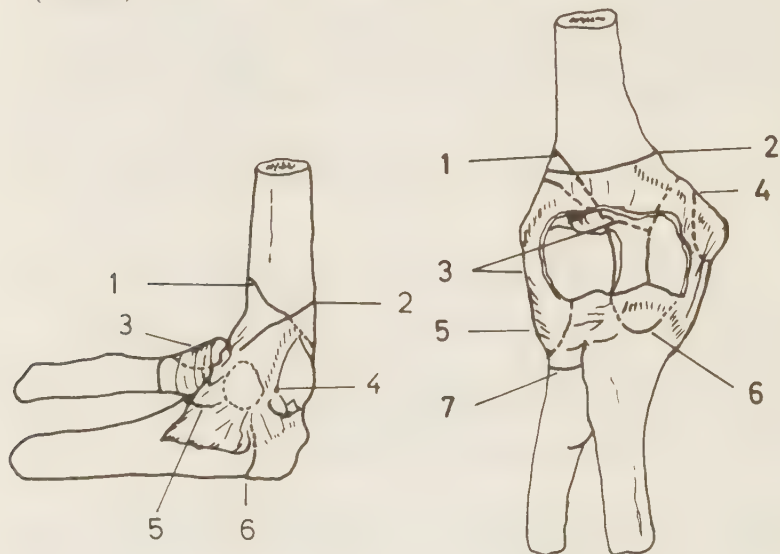


Abb. 7: Übersicht der typischen Frakturen am Ellenbogengelenk

a) von der Seite

- 1 Suprakondylika, Flexionstyp
- 2 Suprakondylika, Extensionstyp
- 3 Radiusköpfchen
- 4 Epicondylus medialis
- 5 Processus coronoideus
- 6 Olecranon

b) von vorn

- 1 Condylus radialis
- 2 Suprakondylika
- 3 Y-Bruch
- 4 Epicondylus medialis
- 5 Meißelbruch
- 6 Processus coronoideus
- 7 Speichenhals

Die einzelnen Bruchformen bieten je nach Frakturstelle ein anderes Bild mit erheblichen Dislokationen oder Torsionen. Bei Frakturen zwischen dem proximalen und dem mittleren Drittel können sich die distalen Fragmente bis zu 90° - 180° verdrehen und eine Pronationsstellung einnehmen. Denn im proximalen Drittel des Radius haften nur Supinatoren, wie die *Mm. supinator brevis* et *pronator teres*, am distalen nur Pronatoren, während der *M. pronator teres* seinen Ansatz im mittleren Drittel hat. Liegt die Fraktur im mittleren oder distalen Drittel, können die körpernahen Bruchenden in eine Mittelstellung zwischen Pronation und Supination gehen, weil dort Pronatoren und Supinatoren einwirken. Die körperfernen Fragmente sind auch in diesem Falle proniert (FOGEL). Während die isolierten Frakturen des Radius und der Ulna meist im proximalen Drittel gelegen sind, bevorzugen die Frakturen beider Vorderarmknochen das mittlere, seltener das distale Drittel.

Nach BÖHLER neigen isolierte Ulnaschaftfrakturen zu verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrosen. Bei Frakturen im proximalen Drittel sollte man immer eine a-p- und seitliche Aufnahme auch des Ellenbogengelenkes anfertigen, da sonst evtl. Radiusköpfchenfrakturen und -Luxationen übersehen werden können. Die Vorderarmfrakturen im proximalen bis zum Übergang in das mittlere Drittel wurden - wie auch die distalen Humerusschaftfrakturen - der Vollständigkeit halber und wegen ihrer nahen Beziehung zum Ellenbogengelenk mit in das Schema einbezogen. Insgesamt fanden sich 85 isolierte Radiusfrakturen ($R_6 - 8$), das entspricht 5,9 % und 60 komplette Vorderarmfrakturen = 4,6 %.

2.5. Luxationen und Luxationsfrakturen

2.5.1. Luxationen beider Vorderarmknochen

Nach BAUMANN und VETTER ist die Ellenbogenluxation mit 20 % neben der Schulterluxation mit 40 % die zweithäufigste aller Luxationen. Ohne gleichzeitige Frakturen oder Knochenabrisse sind Luxationen, insbesondere nach vorn, jedoch in der Minderzahl.

Für die Entstehung gilt meist der gleiche Mechanismus wie bei der suprakondylären Humerusfraktur. Jugendliche sind am häufigsten betroffen. Die Bevorzugung des weiblichen Geschlechts wird in der physiologischen Überstreckbarkeit und der geringen Entwicklung der Knochenhöcker gesehen.

Als Folgen der Luxation werden von verschiedenen Autoren radiogenologisch arthrotische Veränderungen festgestellt. Eine früher einsetzende Folgeerscheinung kann die Myositis ossificans, insbesondere des M. brachialis internus, sein.

2.5.1.1. Luxatio antebrachii posterior

75 % der Ellenbogenverrenkungen sind eine Luxatio antebrachii posterior, die, wie schon erwähnt, ähnlich wie die suprakondyläre Extensionsfraktur, gewöhnlich durch Fall auf die Hand bei vorgestrecktem Arm durch Hyperextension zustande kommt. Dabei gleitet der Processus coronoideus ulnae über die Trochlea nach hinten. An der ventralen Seite des Gelenkes tritt über dem unteren Humerusende eine Kapselspannung ein, die zu einer Zerreißung der Kapsel führt, so daß das distale Humerusende durchtreten kann. Bei stärkerer Gewalteinwirkung kann der Processus

coronoideus durch Schub abgestoßen werden. Bei dieser Form kann es leicht zu Relaxationen kommen (BAUMANN, FOGEL, WILMS). Bei der Luxation nach hinten weichen die Vorderarmknochen in der Regel nach außen, seltener nach innen ab (BAUMANN). Eine andere, ebenfalls häufige Entstehungsursache ist die Gewalteinwirkung in der Achse des gebeugten Vorderarmes. Die Luxatio antebrachii posterior wurde in 142 Fällen = 10,9 % angetroffen und im Markierungsbogen mit L₁ bezeichnet.

2.5.1.2. Luxatio antebrachii anterior

Die Luxatio antebrachii anterior ist eine Seltsamkeit und nur durch eine starke, direkt von hinten auf das Olecranon und den Vorderarm wirkende Gewalt möglich. Meist wird dabei das Olecranon frakturiert. So fanden sich - in Übereinstimmung mit der Literatur - auch bei uns nur wenige Verletzungen dieses Type, die dann auch gleichzeitig mit einer Olecranonfraktur in Verbindung standen, und zwar handelte es sich um 7 Fälle = 0,5 % (L₂). Eine reine Luxation war in keinem der Fälle nachweisbar.

2.5.1.3. Luxationen nach der Seite

Die Luxation beider Vorderarmknochen nach der Seite ist eine Rarität. Sie kommt am häufigsten bei Kindern zur Beobachtung. Wir sahen sie in 2 Fällen = 0,2 % (L₃), wobei allerdings hinzugefügt werden muß, daß diese Zahl für das Krankengut unseres Hauses nicht repräsentativ ist, da eine uns angeschlossene Klinik über eine eigene Kinderradiologie verfügt.

Gewöhnlich handelt es sich um die sogenannte unvollständige Luxation, wobei - wie z. B. bei der Luxation nach innen - das Radiusköpfchen auf der Trochlea steht und die Ulna mehr oder weniger vollständig an der Innenseite des Processus cubitalis hervorragt. Bei der vollständigen seitlichen Luxation, die weitaus seltener ist, steht das obere Ende von Radius und Ulna neben dem Processus cubitalis des Humerus, so daß das Gelenk erheblich verbreitert erscheint.

WILMS erklärt sich die Entstehung der seitlichen Luxation durch seitliche Knickungen, verbunden mit Supinations- oder Pronationsbewegungen, auch ein Fall auf den gebeugten Arm auf die Innenseite des Vorderarmes kann die Ursache sein.

2.5.1.4. Luxatio divergens

Als extreme Seltenheit sei auch die Luxatio divergens erwähnt, die wir in unserem Material (I₄) nicht nachweisen konnten. Bei erheblicher Gewalt, des Offeren bei Sturz vom Pferd beobachtet, können die Vorderarmknochen auseinandergerissen werden, jeder für sich, entweder nach innen und nach außen oder nach hinten und nach vorn, luxiert werden. Das Ligamentum anulare, Ligamentum interosseum, Kapsel und Seitenbänder werden bei dieser Verletzung mehr oder weniger zerrissen (BAUMANN, WILMS).

2.5.2. Isolierte Luxationen eines Vorderarmknochens

2.5.2.1. Luxationen der Ulna

Als Seltenheit gilt ebenfalls die isolierte Luxation der Ulna, die meist nach hinten luxiert. Durch die Verschiebung der Ulna an die hintere Seite der Trochlea ist die ulnare Seite des Vorderarmes kürzer, und der Vorderarm steht in Varusstellung ulnar adduziert. Der Arm befindet sich in leicht gebeugter Stellung im Gelenk. Die Bewegungen sind stark behindert, Pro- und Supination jedoch möglich. Obwohl in der Literatur so selten beschrieben, fanden sich bei uns doch 22 Luxationen der Ulna = 1,7 % (L_5).

2.5.2.2. Luxationen des Radius

Bei den Luxationen des Radius gibt es 3 verschiedene Formen, nach hinten, nach vorn und nach außen. Die häufigere Form ist die nach vorn, die nach WILMS beim Fall auf die Hand bei gestrecktem Arm, also bei Hyperextension, zustandekommt. Sie kann auch durch Schlag, Stoß oder Fall auf die hintere Fläche des Ellenbogens, insbesondere des Capitulum radii, eintreten. Häufig ist das Ligamentum anulare zerrissen. Diese Luxationsform kann mit einer Fraktur des Ulnaschaftes, ferner mit einer Fraktur des Epicondylus lateralis humeri verbunden sein. Bei den Luxationen ist die isolierte Luxation des Radius in 12 Fällen = 0,9 % (L_6) vertreten.

Dann gibt es noch die isolierte Verrenkung des Speichenköpfchens beim Kind, die auch als angeborene Entwicklungsanomalie vorkommen kann. Der Patient ist sich im allgemeinen dieser Veränderung nicht bewußt, weil sie selten mit einer Funktionsstörung verbunden

ist. Bei einem Trauma kann die Differentialdiagnose Schwierigkeiten bereiten, die Diagnose läßt sich dann meist erst durch vergleichende Röntgenaufnahmen der anderen Seite stellen (FOGEL).

2.5.3. Luxationen beider Vorderarmknochen und ihre häufigsten begleitenden Frakturen (einschließlich MONTEGGIA-Verletzung)

Die häufigste Begleitfraktur ist der Abriß des Epicondylus medialis, die von uns in 6 Fällen = 0,5 % beobachtet wurde. Sie wird insbesondere bei der Luxatio antebrachii posterior beobachtet.

Nicht selten kommen bei dieser Luxationsform auch Frakturen des Condylus radialis vor, die sich durch deutliche Krepitation zu erkennen geben (BAUMANN).

Von dieser Verletzungsart waren 4 Fälle = 0,3 % betroffen. Der Condylus lateralis kann auch bei der Luxation des Radius frakturieren, ebenso wie dabei auch Frakturen des Radiuskopfes und des Condylus medialis beobachtet wurden, was wir in je 2 Fällen, das sind jeweils 0,2 %, nachweisen konnten. Die Frakturen des Processus coronoideus ulnae und des Olecranon bei der Luxation beider Vorderarmknochen nach hinten bzw. nach vorn, die wir in jeweils 3 Fällen = 0,2 % antrafen, wurden schon in den Abschnitten 2.5.1.1. und 2.5.1.2. erwähnt. In 5 Fällen = 0,4 % beobachteten wir bei Luxationen beider Vorderarmknochen nach hinten eine Absprengung oder Fraktur des Radiusköpfchens, wobei regelmäßig eine Myositis ossificans des M. brachialis zu befürchten ist.

Ein typischer Verrenkungsbruch, der sich aus einer Fraktur der Ulna und einer gleichzeitigen Luxation des Radiusköpfchens zusammensetzt, wurde 1815 erstmals von dem italienischen Arzt beschrieben und nach ihm als MONTEGGIA-Verletzung benannt. Es sind 2 Formen bekannt:

1. der häufigere "Extensionsbruch" oder "Pariertypus" mit Querfraktur der Ulna im proximalen Drittel nach der Beuge-
seite zu, oft mit Abbruch eines Biegungskeiles und der Luxa-
tion des Radiusköpfchens nach derselben Seite zu, also nach
vorn. Meist besteht eine Antekurvation und Varusstellung zwi-
schen den Bruchenden der Ulna;
2. der seltenere "Biegungsbruch" oder "Auffangtypus" mit Luxa-
tion des Speichenköpfchens nach der Streckseite, also nach
hinten. Die Ulnafraktur geht mit Rekurvation einher (BAU-
MANN, FOGEL).

Nach BAUMANN ist der Verletzungsmechanismus des häufigeren Extensionstyps einem Sturz auf den Vorderarm bei gebeugtem Ellenbogen zuzuschreiben. Dabei kommt es zuerst zu einer Fraktur der Ulna, dann erst zu einer Luxation des Radiusköpfchens nach vorn, da der Radius infolge des Knickes in der Ulna zu lang geworden ist.

Diese Verletzungsform bereitet oft diagnostische Schwierigkeiten, da die Luxation des Radiusköpfchens leicht übersehen wird. Meist wird nur die augenfällige Ulnafraktur bemerkt. Die MONTEGGIA-Verletzung wurde bei uns in 17 Fällen = 1,3 % diagnostiziert. In dem Markierungsbogen stellt sie eine Kombination von U_9 und L_6 dar.

Zur Veranschaulichung dieser Luxationsfraktur dient die Abbildung 8.



Abb. 8. MONTEGGIA-Verletzung (nach BAUMANN)

Häufigste, typische Form. Fraktur der Ulna in proximaler Hälfte. Knickung nach der Beugeseite. Luxation des Radius nach der Beugeseite. Kapsel- und Bänderrisse (Gelenk, Chorda obliqua, Membrana interossea).

3. Erläuterung und Entwurf des Markierungs- bogens

Als Ergebnis dieser Arbeit ist der Entwurf des Befundbogens anzusehen, der nun im einzelnen erläutert werden soll. Vor der Auswertung der Röntgenbilder werden auf dem Markierungsbeleg die Patientendaten, d. h. Name, Geburtsdatum und Röntgen-Nummer im Klartext angegeben.

Dann erfolgt die Befundung des Röntgenbildes. Die einzelnen Skelettabschnitte, wie in diesem Fall, der distale Humerus, der proximale Radius und die proximale Ulna, sind als Skizzen eingezeichnet. Lokalisation und Verlauf der Fraktur oder Luxation werden in den nebenstehenden Markierungskästchen mit einem Bleistift markiert. Fragliche Frakturen werden in dem mittleren, mit einem Fragezeichen versehenen Kästchen angekreuzt. Ein weiteres, mit 0 bezeichnetes Kästchen, dient der Differentialdiagnose von Ossicula bzw. Nebenkernen oder der Osteochondritis dissecans. Trümmerfrakturen sind durch einen Kreis, Luxationen bzw. Subluxationen durch ein quadratisches Kästchen gekennzeichnet. Angaben über die Dislokation, Achsenstellung, Cubitus valgus oder varus und Verdrehung der Fragmente sind in den entsprechenden Kästchen zu markieren. Durch eine geeignete farbliche Gestaltung des Markierungsbogens kann die Auswertung erleichtert werden (RIEMANN). So können z. B., wie RUMPOLD es getan hat, die häufigsten Frakturen als rote Linien und die Nebekerne etc. mit grüner Farbe gekennzeichnet werden.

Die Numerierung der einzelnen Frakturlinien erfolgte, um für jede Fraktur einen Standardtext zu erarbeiten. Der Befundbogen wird, nachdem der Befund vollständig markiert ist, in einem Markierungsleser von einem Computer gelesen und der Standardtext

automatisch ausgeschrieben. Dieser Markierungsleser ist in der Lage, Strichmarkierungen auf dem Markierungsbogen, dem sogenannten Markierungsbeleg, optisch zu erkennen und dann entweder die auf dem Beleg fixierten Informationen in eine Lochkarte (off-line) oder direkt in einen Computer (one-line) zu übertragen. Die Maschine kann durch den Hell-Dunkel-Effekt erkennen, ob eine Markierung vorhanden ist oder nicht (PROPPE).

So wird mit Hilfe eines Markierungslesers - wie anfangs schon von dem System Raport von Mani berichtet - eine bedeutende Zeitersparnis für den Arzt und die Schreibkräfte erzielt. Der befundende Arzt braucht nur eine kurze Einarbeitungszeit, um in dem vorgegebenen Schema den Befund schnell und exakt markieren zu können.

Zusätzlich ist die Möglichkeit zu wissenschaftlicher Auswertung gegeben.

Markierungsformular - Entwurfblatt

RVK Röntgendiagnostik

Befundbeleg

BA

D 10 20 30

A 1 2 3 4

Tag 5 6 7 8 9

T 1 2 3 4

Monat 5 6 7 8 9

U 70 80 90

Jahr 10 11 12

M 1 2 3 4

5 6 7 8 9

Name:

Vorname:

Aufnahme-Nr.:

Geb.

0 1 2 3 4

R 5 6 7 8 9

Ö

N

R

Dislokation

D ₁	☐	ad latus	☐	Cubitus valgus
D ₂	☐	ad longitudinem	☐	Cubitus rectus
D ₃	☐	cum distractione	☐	Cubitus varus
D ₄	☐	cum contractione		
D ₅	☐	Corticalisbreite		
D ₆	☐	halbe Schaftbreite		
D ₇	☐	Schaftbreite		
D ₈	☐	mehr als Schaftbreite		
D ₀	☐	ohne Dislokation		

☐ Extensionsfraktur
☐ Flexionsfraktur

☐ Trümmerfraktur
☐ Luxation

Achsenabknickung nach

☐ ventral
☐ dorsal
☐ medial
☐ lateral

Achsendrehung

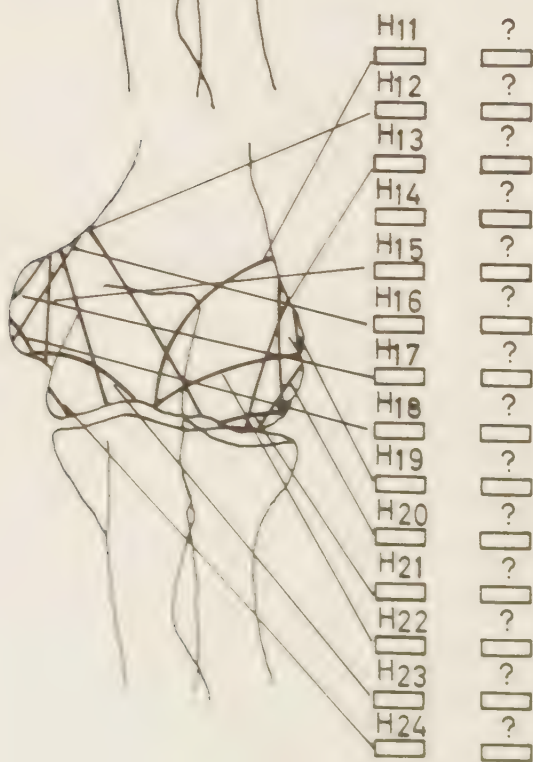
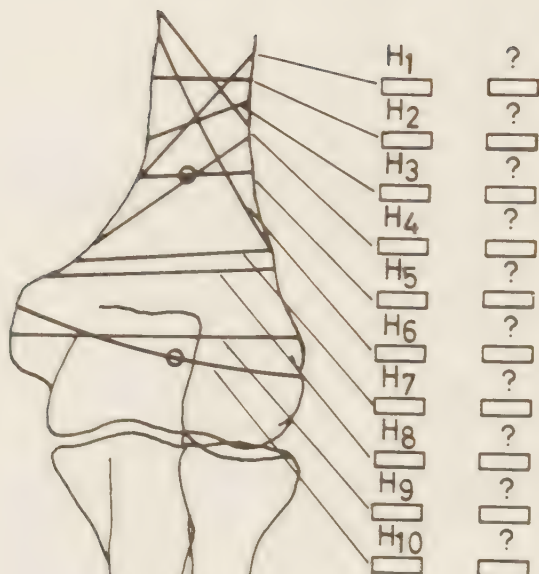
☐ < 90°
☐ = 90°
☐ > 90°

Verlagerung des	distalen	☐	Fragmentes nach
	proximalen	☐	

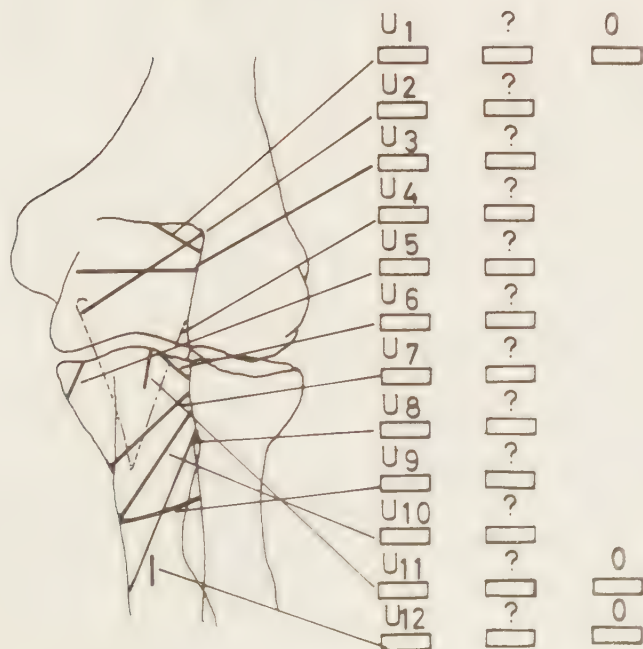
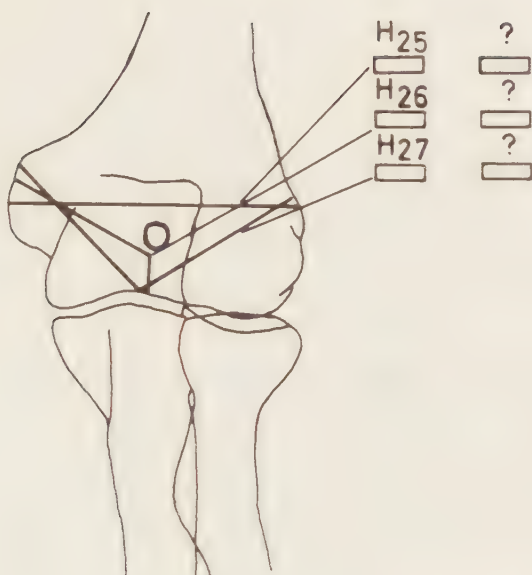
☐	volar
☐	dorsal
☐	cranial
☐	caudal
☐	intraartikulär

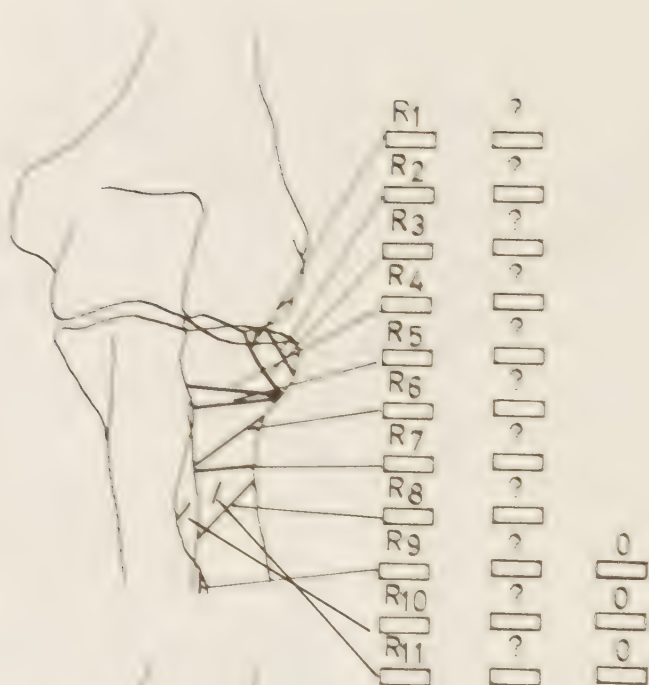
Radiushalsfrakturen nach JUDET

☐	Typ I
☐	Typ II
☐	Typ III
☐	Typ IV



0
0
0
0
0
0





4. Diskussion

Die ständig anwachsende Zahl der Untersuchungen im medizinischen Bereich wirkt sich auch besonders in der Röntgen-Diagnostik aus. Aus Gründen der Rationalisierung und der Fehlerhaftigkeit konventionell erhobener Daten und Befunde wird es unumgänglich sein, auf Errungenschaften der modernen Technik, wie z. B. die EDV-Anlagen zurückzugreifen.

Es dürfte kein Zweifel bestehen, daß die Entwicklung der Medizin einen erstaunlich und überraschend revolutionären Weg gehen wird, der in den angelsächsischen Ländern schon vor längerer Zeit beschritten worden ist (PROPPE). Eine dokumentarische Erfassung, Ordnung und Auswertung medizinischer Befunde und Beobachtungen ist in Zukunft sicher nur noch auf diese Weise denkbar.

Wenn auch diese Maschinen in der Medizin den Rang nicht länger entbehrlicher Hilfsmittel einnehmen, so gibt es doch noch viele Kritiker. Haupteinwände sind die "Störung des persönlichen Vertrauensverhältnisses zwischen Arzt und Patient durch die Maschine" und die "Vertechnisierung" der Medizin. Mit derartigen Argumenten läßt sich jedoch der Fortschritt nicht aufhalten. Waren doch das Stethoskop, das Mikroskop, der Röntgenapparat u. a. ähnlichen Widerständen ausgesetzt, ohne die die heutige Medizin nicht mehr denkbar wäre. Die Befürchtung, der Computer werde die ärztliche Leistung ab und könne eines Tages den Arzt gar ersetzen, ist nur Zeichen einer Unkenntnis der technischen Realitäten, seines Aufbaus, seiner Funktion und seiner Leistungsfähigkeit (GRAUL). "Sein richtiger Einsatz kann nur den Sinn haben, dem Menschen die Arbeit zu erleichtern" (WAGNER).

Unter diesem Aspekt findet die EDV auch in der Röntgendiagnostik zunehmendes Interesse. Es lassen sich hauptsächlich drei verschiedene Anliegen durch den Computer verwirklichen:

1. Befunddokumentation und Befundübermittlung.
2. Ein Diagnosehilfsprogramm, einschließlich des Abrufs klinischer Daten.
3. Wissenschaftliche und statistische Auswertung einer Datei (HEEREN).

Bei der Planung und Auswahl einer EDV-Anlage sollte an erster Stelle eine Entwicklung der gesamten Zielvorstellung, die Definition und Abgrenzung der einzelnen Aufgabenstellungen und eine detaillierte Entscheidung über den Weg der Durchführung stehen (EHLERS). Daneben sollten die technische Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und nicht zuletzt die Kosten als Kriterien bei der Auswahl einer Anlage berücksichtigt werden.

Ein weiterer Gesichtspunkt ist, wo eine solche Anlage installiert werden soll, ob bei einem niedergelassenen Radiologen, in einem kleineren Krankenhaus oder einem größeren Klinikkomplex (GOCKEL). Denn es sind selbstverständlich andere Gesichtspunkte maßgebend, wenn ein umfassendes Krankenhausinformationssystem aufgebaut werden soll, als wenn lediglich Hilfe bei der Befundschreibung angestrebt wird.

Als Fernziel wäre hier noch die automatische Diagnose zu erwähnen. Da dieses Ziel, die Auswertung des Röntgenbildes durch den Computer, mit den zur Zeit vorhandenen technischen Möglichkeiten noch nicht erreichbar ist, sind zunächst verschiedene Systeme zur automatischen Befundschreibung entwickelt worden, da die konventionelle Röntgenbefundung sehr zeitaufwendend ist (KOEPE).

Dem Radiologen werden die Röntgenaufnahmen zunächst zur Befundung zugeleitet, der Befund wird diktiert, das Diktat einer Schreibkraft übertragen, von dem Arzt korrigiert, schließlich archiviert und an den Überweisenden Arzt weitergeleitet. Eine statistisch-wissenschaftliche Auswertung dieser Befunde ist nur nach einer zusätzlichen datengerechten Verschlüsselung gegeben, die jedoch meist wegen eines zu hohen Zeitaufwandes unterbleibt (KOEPEPE).

Ein automatisches Befundverarbeitungssystem sollte für möglicherweise 90 % der Fälle aus einer einheitlich ausgearbeiteten Satzbibliothek, einem sogenannten Thesaurus von definierten Symptomen und Diagnosen, eine Befundsynthese erstellen lassen, daneben und für die restlichen 10 % jederzeit Klartexteingabe ermöglichen und eine vollständige automatische Befunddokumentation einschließen (SCHÄFER).

Es muß einfach und leicht überschaubar sein, was sowohl für die praktische Anwendbarkeit als auch für die Effizienz der Ausbildung erforderlich ist (ANACKER).

So kann die automatisierte Befundung in Verbindung mit einer Datenverarbeitungsanlage das geeignete Mittel zur Rationalisierung aus wirtschaftlichen Gründen sein. Der Befund muß nicht geschrieben und transportiert werden. Arbeitskraft und Zeit werden eingespart und Fehlerquellen ausgeschaltet. Eine Verwendbarkeit innerhalb eines umfassenden Krankenhausinformationssystems mit Vermeidung von Irrtümern und Befundverlusten, indem der Befund automatisch gespeichert und den übrigen Patientendaten zugeordnet wird, ist anzustreben. Somit stünden dem Röntgenologen die klinischen und Laborbefunde bereits vor der Röntgenuntersuchung zur Verfügung. Es braucht auch zu keinem Zeitverlust für thera-

peutische Konsequenzen zu führen, indem der Befund dem anfordernden Arzt innerhalb kürzester Zeit zur Verfügung steht.

Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß der Bericht von verschiedenen Interessenten zur gleichen Zeit abgerufen werden kann, außerdem besteht die Möglichkeit eines maschinellen Duplikats für Ärzte außerhalb der Klinik, so daß die üblichen Fehlermöglichkeiten bei der Informationsweitergabe fortfallen. Eine Standardisierung der Terminologie gilt als Voraussetzung für wissenschaftliche Auswertungen, bzw. für vergleichende statistische Untersuchungen.

Ebenfalls als Vorteil sollte man die Unterstützung zu programmiertem Lernen sehen, obwohl von Kritikern hier eingewendet wird, daß das Verfahren der Ausbildung junger Mediziner abtraglich sei, da sie nur die "Klinikdiktion", ohne ihre Beurteilung in eigene Worte zu fassen, lernen. Dem befundenden Arzt jedoch macht der Aufbau der Befunde anfangs einige Mühe und Mehrarbeit. Der Computer aber hilft, daß die Einarbeitung in die Formulierung der Befunde schnell und ohne Hilfe möglich ist. Als positiv gilt insbesondere die Kürze und Klarheit der Befunde [TREICHEL].

Diesen eben genannten Vorteilen stehen jedoch auch einige Nachteile bzw. Schwierigkeiten entgegen.

Als hauptsächlichster Nachteil wird trotz der insgesamt beschleunigten Befunddokumentation der hohe Zeitaufwand des Arztes bei der Befundeingabe gesehen, insbesondere bei Systemen, die mit einem Eingabeterminal verbunden sind. Die konventionelle Speicherung mittels Diktiergerät erfordert weniger Zeit als die Übermittlung der Informationen an den Computer. Ein Teil dieses

Mehraufwandes kann als systembedingt angesehen werden, das bedeutet, daß er nicht unter eine bestimmte Grenze herabgesetzt werden kann. Eine andere Ursache ist in der teilweise technischen Unvollkommenheit zu finden, wie z. B. der Größe des Kernspeichers und des Datensichtgerätes u. a. (TREICHEL).

Systeme, bei denen die Auswahl der Daten an einem Bildschirm mit Hilfe eines Lichtgriffels oder einer Tastatur geschieht, wie z. B. bei den Systemen HABERT und ORVID, verursachen bei längerem Gebrauch Ermüdungserscheinungen. Nach GOCKEL soll der Widerstand der Radiologen gegen den größeren Zeitaufwand an einem Terminal erheblich größer sein, als gegen Bleistiftmarkierungen auf Markierungssystemen, wie RAPORT von Mani.

Weitere Probleme ergeben sich aus der Gestaltung der Satzbibliothek und die aus der Standardisierung der Terminologie entstehenden psychologischen Sperren. Satzbibliotheken bestehen aus vorformulierten Sätzen, die Standardsymptome und Diagnosen des jeweiligen Gebietes angeben. Sie müssen übersichtlich sein und den Befund vollständig beschreiben können. Jederzeit sollte jedoch der Übergang zu freiem Text möglich sein, wie bereits oben erwähnt. Eine maximale Anzahl von Befunden muß mit einer minimalen Anzahl von Sätzen erfaßt werden (KOEPEPE). Durch die Begrenzung der zur Verfügung stehenden Sätze hat der Röntgenologe das Gefühl, die Beurteilung erfolge zu schematisch und er würde eingeengt werden. Dabei ist ohnehin eine gewisse Standardisierung in der Formulierung eingetreten, weil auch anders die große Anzahl der Befunde nicht zu bewältigen wäre. SCHÄFER hat bei Untersuchungen zu Befundanalysen festgestellt, daß bei den meist konventionell diktierten Befunden typische und überdurchschnittlich häufig gebrauchte Formulierungen existieren.

Neben solchen sehr häufig vorkommenden Ausdrücken für Normalbefunde oder häufige pathologische Abweichungen findet man - wie SCHÄFER schon sagte - andere Formulierungen nur selten (GOCKEL). Dieses Verhalten wurde bereits 1949 von ZIPF festgestellt und ist später bestätigt und als sogenanntes ZIPF'sches Gesetz bezeichnet worden. Die Zahl der Formulierungen ist erstaunlich klein und begrenzt und würde sowohl den Forderungen einer Standard-Terminologie als auch der Forderung zur Anwendung der EDV genügen" (SCHÄFER).

Ein weiterer psychologischer Faktor ist das Fehlen jeglicher Wiederholungen. Dieses Phänomen der fehlenden Redundanz - um es in der Sprache der Kybernetik auszudrücken - ist einer der auffälligsten Unterschiede zum herkömmlichen Befund. Der Mensch ist gewohnt, durch dauernde Wiederholungen an das Wesentliche erinnert zu werden; für eine EDV bedeutet indessen jede Wiederholung verschenkten Speicherplatz, da für sie kein Vergessen, kein Informationsverlust existiert (SCHÄFER).

Bis heute gibt es, trotz der Vielfalt der Systeme, noch kein für die Routineanwendung geeignetes System. Es sollte dennoch gelingen, weitere Stufen eines medizinischen Informationssystems, aufbauend auf den bisherigen Erfahrungen, zu entwickeln, denn es ist auch besonders in der Röntgen-Diagnostik dringend notwendig, mit der Datenerfassung und Datenverarbeitung auf breiter Basis zu arbeiten (GOCKEL).

Obwohl man sich bewußt sein muß, daß die automatisierte Befundung Anpassung an das neue Medium erfordert und daß viel Organisationsarbeit zu leisten ist und psychologische und kommunikationsbedingte Sperrn zu lösen und erhebliche finanzielle Investitionen zu tätigen sind, so werden doch Computersysteme ein wertvolles und in der Zukunft nicht mehr wegzudenkendes Hilfsmittel bedeuten (GRAUL, LUHAN, SCHÄFER).

5. Zusammenfassung

Bei der Durchsicht von 1299 Röntgenaufnahmen des Ellenbogengelenkes in 2 Ebenen ergab sich eine Häufigkeitsverteilung der einzelnen Frakturen und Luxationen, die die Grundlage für einen Befundbogen bildete. Auf diesen Befundbogen werden die Skizzen der Skelettabschnitte und die häufigsten Frakturlinien übersichtlich eingezeichnet und für einen später auszuarbeitenden Standardtext numeriert. Aus Gründen der Übersichtlichkeit blieben die Erkrankungen des Ellenbogengelenkes, wie Arthrosis deformans, ebenso wie die Therapie und der Verlauf der Verletzungen, unberücksichtigt. Daher erhebt der ausgearbeitete Befundbogen keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Die Befundung mittels Markierungsbögen, die einem Markierungsleser eingegeben und von einem Computer gelesen werden mit anschließender sofortiger automatischer Ausschreibung des Textes, bedeuten Rationalisierung des medizinischen Schreibdienstes. Aber auch die Effektivität der Befunderfassung auf den Markierungsbögen wird nach kurzer Einarbeitungszeit erhöht (JACOBITZ). Auch die wissenschaftliche Auswertung der gespeicherten Daten ist möglich.

Daneben gibt es eine Vielzahl anderer automatischer Befundverarbeitungssysteme, angefangen bei Schreibautomaten, die zur Zeit das einfachste System darstellen, bis hin zu den großen EDV-Anlagen, die im on-line-real-time-Betriebssystem arbeiten und als Teil eines Krankenhausinformationssystems angesehen werden können.

6. Literaturverzeichnis

- ANACKER, H.: Prinzipien einer maschinellen Befunddokumentation in der Röntgendiagnostik.
Dt. Röntgenkongreß Düsseldorf (1971) 93 - 95
- BARNHARD, H. J., JACOBSON, H. G., NANCE, J. W.:
Diagnostic Radiology Information System (DRIS).
Radiologe 14 (1974) 314 - 319
- BAUMANN, E.: Spezielle Frakturen- und Luxationslehre.
Hrsg. von Nigst, H., Bd. II 1 Ellbogen
Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart (1965)
- BIEBL, R.: Über Endausgänge traumatischer Verrenkungen und Verrenkungsbrüche des Ellenbogengelenkes.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 37 (1936) 55 - 79
- BOHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung.
13. Aufl. m. Ergänzungsband. Maudrich, Wien,
1957, 1963
- BRÜCKNER, R., RABE, D.: Neue Wege der Datenerfassung.
Markierungsleser IBM Nachrichten 169, 1231 und 1232
- COLLARD, M.: Informatique en Radiologie.
Radiol. Clin. Biol. 39 (1970) 445 - 448
- DIFTHFIM, L.: Stufenweiser Ausbau der Computerhilfe in der radiologischen Befunddokumentation.
Computers in Radiology. Proceedings of the International Meeting on the Use of Computers in Radiology. Edit. R. de Haene, Brussels (1969), Karger-Basel-München-Paris-New York (1970) 396 - 399
- ECKER, F., KATTENBERGER, K., STIEBER, J., THURMAYR, R.:
Habert - Ein System zur computerunterstützten Röntgenbefundung
GSF-Bericht MD 114 (1974)
- EGGSTEIN, M.: Das Diagnostik-Informationssystem der medizinischen Universitätsklinik Tübingen - Einrichtungen, Aufgaben, Auswirkungen, Ziele.
Diagnostik-Informationssystem. Hrsg. H. E. Bock, M. Eggstein, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York (1970) 9 - 27

- EHLERS, C. Th.: Dokumentation und Krankenhaus-Informationssystem.
IBM-Seminar "Datenverarbeitung und Medizin" Bad Liebenzell (1967)
- EHLERS, C. Th.: Einsatz elektronischer Datenverarbeitungsanlagen bei der Erfassung und Bearbeitung von Krankenblattdaten.
Hippokrates 41 (1970) 109 - 121
- EHLERS, C. Th.: Klinische Befunderhebung-Computer: Werkzeug der Medizin. Hrsg. C. Th. Ehlers, N. Hollberg, A. Proppe, Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York (1970) 29 - 39
- EICHHORN, S.: Information, Kommunikation und elektronische Datenverarbeitung im Krankenhaus.
IBM-Seminar "Datenverarbeitung und Medizin" Bad Liebenzell (1967)
- FOGEL, M., NAGY, Z.: Röntgenelles der Unfallverletzte.
VEB-Verlag, Volk und Gesundheit, Berlin (1964) 162 - 197
- FUCHS, G.: Medizinische Dokumentation und elektronische Datenverarbeitung in einem Universitäts-Klinikum.
1. Mitteilung: Grundsätzliches zur EDV-Einsatzplanung. Method. Inf. Med. 9 (1970) 81 - 87
- FUCHS, G.: Medizinischer Informationsfluß und Informationsverarbeitung. Planung für das Berliner Klinikum.
Forschung, Praxis, Fortbildung (1967) 382 - 385
- FUCHS, G., SCHMIDT, K.: Medizinische Dokumentation und elektronische Datenverarbeitung in einem Universitäts-Klinikum.
5. Mitteilung: Fragenkatalog zur näheren Kennzeichnung von medizinischen Dokumentationsvorhaben. Method. Inf. Med. 10 (1971) 83 - 84
- FUTH, H.: Elektronische Datenverarbeitungsanlagen.
Bd. I Einführung in Aufbau und Arbeitsweise
Oldenbourg-Verlag, München-Wien (1966)
- GALL, M. W.: Computer verändern die Medizin.
2. Aufl., Verlag A. W. Gentner, Stuttgart (1969) 111 - 135

- GIEBEL, M. G., NOLTE, G.: Altersbedingte Unterschiede der Frakturen des Ellenbogenbereiches.
Mo. Schr. Unfallheilkunde 67 (1964) 333 - 357
- GOCKEL, H. P.: Diskussion automatischer Befundverarbeitungssysteme.
Radiologe 14, (1974) 340 - 345
- GOCKEL, H. P.: Methoden der automatischen Befundverarbeitung.
Radiologe 14 (1974) 334
- GOCKEL, H. P., GIERE, W.: Über die Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung in der Röntgendiagnostik speziell zur Befunderstellung.
Münch. Med. Wschr. 115 (1973) 1153 - 1158
- GOCKEL, H. P., GIERE, W., KRAUSE, J., NAGEL, W., TRAUNECKER, U., WINDRATH, L.: Das automatische Befundverarbeitungssystem RADIOMAT.
Radiologe 14 (1974) 327 - 333
- GRASHEY, R., BIRKNER, R.: Atlas typischer Röntgenbilder vom normalen Menschen mit Berücksichtigung der Varietäten und Fehlerquellen sowie der Aufnahmetechnik.
10. Aufl. Verl. Urban und Schwarzenberg, München-Berlin (1964) 269 - 283, 464 - 488
- GRIESSER, G.: Forderungen der Medizin an die Datenverarbeitung.
IBM-Seminar "Datenverarbeitung und Medizin", Bad Liebenzell (1967)
- GRIESSER, G., JAINZ, M.: On-line - Datenverarbeitung in einem Krankenhausinformationssystem.
IBM-Nachrichten 208 (1971) 905 - 910
- GRÖZINGER, K.-H., JUNGBLUT, K. H., DAUM, R.: Über Verrenkungen im Ellenbogengelenk.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 55 (1963) 110
- GROTEMEYER, P., HASSE, R. D., SELLE, G. A.: Schreibautomaten bzw. Textverarbeitungsmaschinen.
Radiologe 14, (1974) 320 - 322
- GRÜBER, G.: Entwurf für eine Befunddokumentation der Strukturveränderungen und Frakturen der Schädelkalotte und der Schädelbasis.
Inaugural-Dissertation Berlin (1974)

- HABERMEHL, A.: Kriterien für die Systemauswahl in der Medizin.
Münch. Med. Wschr. 117 (1975) Nr. 22, 929 - 932
- HANDBUCH DER MEDIZINISCHEN RADIOLOGIE, Bd. IV 2 Ske-
lettanatomie.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York (1968)
229 - 308
- HEEREN, K., ANACKER, H., THURMAYR, R., KATZENBER-
GER, K.: Halbautomatische Befundung und Diagnosehilfe in der
Röntgenologie.
Diagnostik 5 (1972) 665 - 668
- HERDER-KROON, B.: Some experience with the coding and filing
of radiological findings.
Radiol. Clin. Biol. 39 (1970) 463 - 475
- HOLLBERG, N.: Methoden und Probleme der Datenerfassung.
IEM-Seminar "Datenverarbeitung und Medizin", Bad
Liebenzell (1967)
- JACOBI, R.: Entwurf für die Befunddokumentation der Frakturen
des Schenkelhalses und des proximalen Oberschenkel-
Drittels als Ergebnis der Durchsicht von 1235 Frak-
turfällen.
Inaugural-Dissertation Berlin (1971)
- JANKER, R.: Röntgenaufnahmetechnik. Teil I und II
Johann-Ambrosius-Barth-Verlag, Leipzig (1959)
- JUSTUS, G.: Die Rolle von anatomischen Varietäten in der röntge-
nologischen Differentialdiagnose der Ellenbogenfrak-
turen.
Zentralorgan für die gesamte Chirurgie 81 (1956)
2569 - 2573
- KARITZKY, B.: Unfallschäden der Körperabschnitte.
Handbuch der gesamten Unfallheilkunde, Hrsg. Bürkle
de la Camp, H., Rostock, P., 2. Aufl. Ferdinand-
Enke-Verlag, Stuttgart (1956) 57 - 96
- KOCHER, Th.: Beiträge zur Kenntnis einiger praktisch wichtiger
Frakturformen.
Sallmann-Verlag, Basel (1896)
- KÖHLER, A., ZIMMER, E. A.: Grenzen des Normalen und An-
fänge des Pathologischen im Röntgenbilde des Skelettes.
9. Aufl., Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart (1953)
116 - 136

- KOEFPE, P. Automatisierung der Befunderhebung in der Röntgendiagnostik.
Umschau 72 (1972) Heft 5, 161 - 162
- KOEFPE, P. Fachworte und Grundbegriffe in der Datenverarbeitung.
Forschung, Praxis, Fortbildung (1967) 406 - 409
- KOEFPE, P. Zum Problem der EDV-gerechten Erfassung medizinischer Befunde.
Method. Inf. Med. 10 (1971) 25 - 29
- KOEFPE, P., SCHAFER, P., GUTENMORGEN, W. Das System Orvid. Der Versuch einer Echtzeitzlösung für die Befundung und Dokumentation von Röntgenbildern.
IBM-Nachrichten 20 (1970) 14 - 21
- KOEFPE, P., SCHAFER, P., GUTENMORGEN, W., SCHWORE, L. Das System Orvid. Ein Beitrag zur programmierten Dokumentation in der Röntgendiagnostik.
Fortschr. auf dem Gebiet der Röntg.-Str. (1970) 112. Bd., 103 - 109
- KOEFPE, P., SCHAFER, P., TREICHEL, J. Orvid-Bericht über das Ende der Routine-Anwendung des Systems.
Radiologe 14 (1974) 307 - 313
- KOIVISTO, E. Comparative Study of Roentgen Diagnostic Classifications. Computer Analysis of 125496 Roentgen Reports.
ZBL. Ges. Radiol. (1970) 20
- KOIVISTO, E., VUORINEN, P.: Ein verkürzter Schlüssel für Röntgendiagnosen.
Dt. Röntgen-Kongress Düsseldorf (1971)
- KOIVISTO, E., VUORINEN, P. Practical Aspects of Evaluating Roentgen Diagnostic Classification.
Computers in Radiology. Proceedings of the International Meeting on the Use of Computers in Radiology, Edit. R. de Haene, Brussels (1969) Karger-Basel-München-Paris-New York (1970) 348 - 353
- KOHLER, S. Computer - Ein Hilfsmittel für die Diagnostik.
Diagnostik-Informationssystem. Hrsg. H. E. Bock, M. Eggstein, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg (1970) 3 - 7

- KOLLER, S.: Die Aufgaben der Statistik und Dokumentation in der Medizin.
Dtsch. Med. Wschr. 88 (1963) 1917 - 1924
- v. LANZ, T., WACHSMUTH, W.: Praktische Anatomie. Bd. 1/3
2. Aufl. Springer-Verlag, Berlin (1959)
- LAISIEPEN, K., LUTTERBECK, E., MEYER-UHLENRIED, K.-H.:
Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation.
DGD Schriftenreihe Bd. 1. Verlag Dokumentation München-Pullach und Berlin (1972) 8 - 9, 65 - 68, 100 - 111,
120 - 121, 270 - 277, 412 - 433
- LODWICK, G. S., REICHERTZ, P. L., PAQUET, E., HALL, D. L.:
ODARS: A Computer Aided-System for Diagnosing and
Reporting. Computers in Radiology. Proceedings of
the International Meeting on the Use of Computers in
Radiology. Edit. R. de Haene, Brussels (1969), Karger-Basel-München-Paris-New York (1970) 279 - 282
- LORENZUTTI, W., SCHUY, S.: Ein Beitrag zur Vereinheitlichung
der elektronischen Meßdatenverarbeitung im Krankenhaus.
Method. Inf. Med. 12 (1973) 6 - 10
- MANI, R. L., JONES, M. D.: A Computer-Assisted Radiologic
Reporting System.
Radiol. 108 (1973) 587 - 596
- MATTI, H.: Die Knochenbrüche und ihre Behandlung.
Springer-Verlag, Berlin (1931)
- MARKOVITS, E.: Lehrbuch und Atlas der Röntgendiagnostik.
Medica-Verlag Stuttgart-Zürich (1956) 388 - 392
- MATZEN, P.-F., FLEISSNER, H. K.: Orthopädischer Röntgen-
Atlas.
Georg-Thieme-Verlag (1969)
- MORGER, R.: Frakturen und Luxationen am kindlichen Ellenbogen.
S. Karger-Verlag, Basel-New York (1965)
- PETT, J.-R.: Die prozentuale Verteilung der Frakturen des Hand-
gelenkes. Ein Beitrag zur Befunddokumentation der
Frakturen des Handgelenkes.
Inaugural-Dissertation Berlin (1972)

- PERNKOPF, E.: Atlas der topographischen und angewandten Anatomie des Menschen. II. Bd.
Verlag Urban und Schwarzenberg (1964) 74 - 80
- PROPPE, A.: Die ärztliche Aufgabe und die Dokumentation.
Method. Inf. Med. 3 (1964) 10 - 17
- PROPPE, A., WAGNER, G.: Über die Zuverlässigkeit medizinischer Dokumente und Befunde.
Medizin. Sachverständ. 52 (1956) 121 - 127
- RIEBEL, H.: Methoden der Datenfernverarbeitung und ihre Bedeutung für die Medizin.
Computersysteme in der Medizin. Dt. Ärzteverlag, Köln (1973) 135
- RIEMANN, H.: Programmierte Röntgendiagnostik der Thoraxorgane.
Computers in Radiology. Proceedings of the International Meeting on the Use of Computers in Radiology. Edit. R. de Haene, Brussels (1969), Karger-Basel-München-Paris-New York (1970) 391 - 395
- RITTERS, A.: Entwurf für die Befunddokumentation der Informationen des Schultergelenkes als Ergebnis der Durchsicht von 900 Schultergelenksaufnahmen in zwei Ebenen.
Inaugural-Dissertation Berlin (1972)
- RUMPOLD, H.-J., HOFFMANN, G.: Programmierte Dokumentation für Frakturen und Luxationen - Beispiel: Fußverletzungen.
Fortschr. Rö-Str. 108, 5 (1968) 677 - 681
- SCHÄFER, P.: Der Röntgenbefund unter dem Aspekt von Information, Kommunikation und Dokumentation.
Habilitationsschrift der Hohen Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin (1970)
- SCHÄFER, P., HAASNER, E., KOEPPE, P.: Programmierte Dokumentation in der Röntgendiagnostik.
Fortschr. Rö-Str. 108 (1968) 669 - 672
- SCHINZ, H. R.: Das Foramen supratrochleare.
Fortschr. Rö-Str. 29 (1922) 193 - 200
- SCHINZ, H. R., BAENSCH, W. E., FRIEDL, E., UEHLINGER, E.: Lehrbuch der Röntgendiagnostik.
5. Aufl., Bd. I, Georg-Thieme-Verlag Stuttgart (1952) 289 - 292, Bd. II, 2, 1023 - 1024, 1246 - 1253

- SCHMIDT, H., SPORN, C.: Systemanalyse für alle Röntgenuntersuchungen und neue technische Systeme zur programmierten Röntgenbildbefundung.
Fortschr. Rö-Str. 24 (1971) 10 - 17
- SCHUDT, H.-P.: Möglichkeiten zur Erleichterung der Befunderfassung in der Radiologie.
Computers in Radiology. Proceedings of the International Meeting on the Use of Computers in Radiology. Edit. R. de Haene, Brussels (1969), Karger-Basel-München-Paris-New York (1970) 338 - 342
- STRASSER, H.: Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik Bd. IV
Springer-Verlag Berlin (1917) 279 - 325
- VETTER, G.: Frakturen und Luxationen.
Fachbuch-Verlag, Leipzig (1954)
- WAGNER, G.: Computer-Hilfsmittel der modernen Medizin.
Sonderdruck aus IBM-Nachrichten 180 (1966)
- WAGNER, G.: Computer in der Medizin.
Computersysteme in der Medizin. Dt. Ärzte-Verlag, Köln (1973), Hrsg. E. H. Graul, 29 - 50
- WILMS, M.: Verletzungen und Erkrankungen des Ellenbogens und des Vorderarmes.
Handbuch der praktischen Chirurgie, Ferdinand-Enke-Verlag, Stuttgart (1907) 168 - 229

Am Schluss dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht,

Herrn Professor Dr. med. H. Witt

für die Überlassung des Themas sowie für das Entgegenkommen
zu danken.

Ferner danke ich Frau Oberarzt Dr. med. H. Bürger für
ihre Mithilfe im Rahmen dieser Dissertation.

Lebenslauf

Name: Gloria Yenerim -Gonder, geb. Gonder,
geb. am 6. 12. 1943 in Buckow/Mark

Eltern: Dr. med. Fritz Gonder und seine Ehefrau
Magda, geb. Böhlke

Schulen: 1949 - 1955 Grundschule in Berlin
1955 - 1963 Neusprachliches Gymnasium
in Berlin
1963 - Frühjahr Abitur

Studium: WS 1963/ 64 Beginn des Medizinstudiums
an der Freien Universität
Berlin
WS 1966/67 Physikum
SS 1970 Staatsexamen in Berlin

Approbation: 31. 1. 1972

Facharztausbildung: Beginn am 1. 2. 1973 am Röntgen- und
Strahleninstitut des Städtischen Rudolf-
Virchow-Krankenhauses Berlin

